

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**EVOLUÇÃO DA FRONTEIRA TECNOLÓGICA MÚTIPLA E
DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO SETOR
AGROPECUÁRIO BRASILEIRO DE 1970 A 1996**

AUTOR: MARCELO FARID PEREIRA

ORIENTADOR: EDGAR AUGUSTO LANZER, Ph.D.

Florianópolis, outubro de 1999.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**EVOLUÇÃO DA FRONTEIRA TECNOLÓGICA MÚLTIPLA E
DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO SETOR
AGROPECUÁRIO BRASILEIRO DE 1970 A 1996**

TESE APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM ENGENHARIA

AUTOR: MARCELO FARID PEREIRA

ORIENTADOR: EDGAR AUGUSTO LANZER, Ph.D.

Florianópolis, outubro de 1999

MARCELO FARID PEREIRA

**EVOLUÇÃO DA FRONTEIRA TECNOLÓGICA MÚLTIPLA E DA
PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DO SETOR
AGROPECUÁRIO BRASILEIRO DE 1970 À 1996**

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE “DOUTOR EM ENGENHARIA” – ESPECIALIDADE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ESTANDO APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFSC.

Prof. RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph. D.
Coordenador do programa

BANCA EXAMINADORA:

Prof. EDGAR AUGUSTO LANZER, Ph. D.
Orientador

Prof. ARAN B. TCHOLAKIAN MORALES, Dr.
Membro externo

Prof. EDVALDO ALVES DE SANTANA, Dr.
Moderador

Prof. JAIR DOS SANTOS LAPA, Ph. D.
Membro

Prof. LUIZ TORESAN, Dr.
Membro externo

Resumo

Este trabalho trata a questão da evolução tecnológica e do crescimento da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro, no período de 1970 a 1996. Foram consideradas como unidades da análise os Estados, as Regiões e o Brasil. A metodologia utilizada foi baseada no índice de Malmquist e em Análise de Envoltória de Dados, que permitiu superar algumas das limitações dos estudos prévios, dentre elas, a impossibilidade de utilização das quantidades de certos insumos que possuem difícil estimação monetária. A possibilidade de utilização de quantidades ainda ganha relevância quando se está fazendo uma análise temporal e o objeto em estudo passou por um período de altos índices de inflação. Os resultados da análise apontam um crescimento tecnológico acentuado e, conseqüentemente, ganhos de produtividade total dos fatores. Entretanto, como o estudo foi realizado considerando-se não apenas o plano nacional, mas também o estadual e o regional, foi possível observar que o progresso tecnológico não foi uniformemente distribuído pelo país, sendo concentrado, apenas, nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste.

Abstract

This work studies the question of the technological progress and total factor productivity growth in Brazilian agricultural sector, in the period of 1970 to 1996. It was considered as analysis' unites the States, the Regions and the Country. The methodology used was based in Malmquist productivity index and Data Envelopment Analysis. That to permit to overcome some limitations of formers studies as the impossibility of use inputs and outputs quantities, that monetary estimation is difficult. This feature still permitted to minimize the inflation's problems related to temporal analysis. The analysis results show the intensive technological progress and consequently total factor productivity gains. Desegregate results become possible to observe that technological progress and total factor productivity gains weren't uniform distributed throughout the country, but concentrated in some regions.

Agradecimentos

Ao professor , orientador e amigo Edgar Augusto Lanzer, que esteve comigo em toda árdua, porém enriquecedora jornada da pós-graduação.

Aos professores Antônio A. Denardi, Antônio G. de Assumpção, Edvaldo A. de Santana, Jair dos S. Lapa, Luiz Toresan, Neri dos Santos e Ricardo M. Barcia, que apresentaram contribuições significativas para o meu aprimoramento intelectual.

Aos amigos Ana, Tusi, Volmir, e muitos outros os quais são impossíveis de serem citados aqui.

Aos professores e funcionários da Engenharia de Produção e da UEM que direta ou indiretamente contribuíram para deste trabalho.

A minha família pelo apoio dado em todos os momentos.

Ao CNPq, CAPES, UFSC e a UEM, que proporcionaram suporte financeiro e infra-estrutura para realização da minha tese.

A Deus que esteve comigo em todos os momentos.

Lista de figuras

Figura 2.1: Gráfico dos produtos de maior importância econômica para o Brasil, no período observado.....	15
Figura 2.2: Gráfico da participação percentual dos setores no PIB.....	15
Figura 2.3: Representação simplificada das relações do complexo agro-industrial...	16
Figura 3.1: Gráfico da representação do conjunto de produtos.....	35
Figura 3.2: Gráfico da representação de conjunto de insumos.....	36
Figura 3.3: Gráfico do relacionamento entre o conjunto de insumos, conjunto de produtos e do grafo da tecnologia de produção.....	37
Figura 3.4: Gráfico da representação de retornos constantes de escala.....	38
Figura 3.5: Gráfico da representação de retornos decrescentes de escala.....	39
Figura 3.6: Gráfico da representação de retornos crescentes de escala.....	39
Figura 3.7: Descartabilidade forte e fraca de insumos.....	41
Figura 3.8: Representação da descartabilidade forte e fraca de produtos.....	41
Figura 3.9: Gráfico da representação de mudança de produtividade considerando eficiência técnica.....	44
Figura 3.10: Gráfico da representação de mudança de produtividade na presença de ineficiência técnica.....	46
Figura 3.11: Gráfico da combinação ótima de insumos.....	50
Figura 3.12: Gráfico do modelo DEA básico.....	55
Figura 3.13: Funções de distância produto.....	59
Figura 4.1: Gráfico da produtividade parcial da terra das regiões e do Brasil.....	76
Figura 4.2: Gráfico da produtividade parcial da mão-de-obra das regiões e do Brasil.....	78

Lista de tabelas

Tabela 4.1: Painel de dados pertencentes à análise.....	68
Tabela 4.2: Participação relativa dos Estados e regiões em relação à produção agropecuária brasileira.....	74
Tabela 4.3: Produtividade parcial da terra.....	75
Tabela 4.4: Produtividade parcial da mão-de-obra.....	77
Tabela 4.5: Indicador do deslocamento das unidades em relação a fronteira tecnológica.....	79
Tabela 4.6: Indicador de evolução tecnológica para os períodos observados.....	80
Tabela 4.7: Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1975.....	81
Tabela 4.8: Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1980.....	82
Tabela 4.9: Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1985.....	83
Tabela 4.10: Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1996.....	84
Tabela 4.11: PTF das unidades que apresentavam indicadores negativos.....	85
Tabela 4.12: Participação relativa, crescimento da área e indicadores médios de PTF.....	87
Tabela 4.13: Índice de Malmquist e seus componentes.....	90
Tabela 4.14: Índice de Malmquist e seus componentes para as regiões e para o Brasil.....	90
Tabela 4.15: Indicador nacional de crescimento da PTF.....	92
Tabela 4.16: Indicador regional de crescimento.....	93
Tabela 4.17: Taxas anuais de crescimento da PTF.....	93

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
CAPITULO I	1
INTRODUÇÃO	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE PRODUTIVIDADE E AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	1
1.1.1 PRODUTIVIDADE.....	1
1.1.2 – AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	8
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	12
1.3.1 OBJETIVO GERAL	12
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	13
1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
CAPITULO II	14
AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E DESEMPENHO PRODUTIVO	14
2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	14
2.2 PROCESSO DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO	17
2.2.1 NECESSIDADE DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO E MODELO DE GERAÇÃO DE TECNOLOGIAS	17
2.2.2 POLÍTICAS PARA A MODERNIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	20
2.3 ESTUDOS RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE E À AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	25
2.3.1 ESTUDOS REGIONAIS RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE QUE UTILIZARAM INDICADORES PARCIAIS	25
2.3.2 ESTUDOS EM ÂMBITO NACIONAL RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE E INDICADORES PARCIAIS	27
2.3.3 ABORDAGENS NACIONAIS SOBRE A PRODUTIVIDADE CONSIDERANDO INDICADORES PTF	28
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
CAPÍTULO III	34
FRONTEIRA DE PRODUÇÃO TECNOLÓGICA.....	34
3.1 TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO	34
3.1.1 TECNOLOGIA MÚLTIPLA DE PRODUÇÃO.....	34
3.1.2 RETORNOS DE ESCALA.....	38
3.1.3 DESCARTABILIDADE	40
3.2 MUDANÇA DE PRODUTIVIDADE	42
3.3 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE	50
3.4 ÍNDICE DE MALMQUIST	53
3.4.1. INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE ENVOLTÓRIO DE DADOS (DEA)	53
3.4.2 INTRODUÇÃO AO ÍNDICE DE MALMQUIST	56
3.4.3 ÍNDICE MALMQUIST DE PRODUTIVIDADE	57
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
CAPÍTULO IV	65
ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO	65

4.1 METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA	65
4.1.1 INTRODUÇÃO.....	65
4.1.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA ANÁLISE DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO	66
4.1.3 MODELO DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA PARA O CÁLCULO DAS FUNÇÕES DISTÂNCIA.....	70
4.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO	73
4.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES ANALISADAS.....	73
4.2.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE MALMQUIST	78
4.2.3 INCLUSÃO DAS REGIÕES E DO BRASIL NA ANÁLISE	88
4.2.4 FORMA ALTERNATIVA PARA O CÁLCULO DE INDICADORES PARA AS REGIÕES E PARA O BRASIL	91
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
CAPÍTULO V	96
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	96
5.1 CONCLUSÕES.....	96
5.2 RECOMENDAÇÕES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXO A	108
PROGRESSO TECNOLÓGICO E MEDIDAS DE DISTÂNCIA	108
ANEXO B	112
TABELAS DE PARTICIPAÇÃO RELATIVA	112
ANEXO C	135
DADOS DA ANÁLISE	135

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE PRODUTIVIDADE E AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Este capítulo introdutório apresenta uma caracterização geral da produtividade e da agropecuária brasileira. Esta abordagem tem em vista estabelecer a melhor forma de avaliar a evolução da fronteira tecnológica, as alterações da distância das unidades em análise em relação a fronteira tecnológica ou mudança no indicador de eficiência e o crescimento da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro, frente ao processo de modernização, no período de 1970 a 1996.

1.1.1 PRODUTIVIDADE

A produtividade pode ser definida, de forma simples, como uma relação entre produto(s) e insumo(s), ou seja, quanto se está produzindo de determinados bens com uma determinada quantidade de insumos (Bedê e Santos, 1994).

Os aumentos de produtividade estão relacionados basicamente a dois fatores: o progresso tecnológico e a diminuição da distância de uma unidade em relação à fronteira tecnológica, ou mudança no indicador de eficiência ao longo do tempo. Uma demonstração simplificada sobre progresso tecnológico e medidas de distância esta exposta no anexo A. Uma exposição detalhada do assunto será apresentada no terceiro capítulo.

Para ilustrar a discussão sobre progresso tecnológico, é apresentado um exemplo prático, baseado no artigo de Ribeiro (1994). Nesse artigo, a autora destaca os lançamentos da indústria de máquinas agrícolas, como, por exemplo, uma nova

colheitadeira, que tem uma capacidade de colheita 24% maior do que qualquer outro modelo similar e que ainda apresenta um custo igual ou inferior. Esta máquina pode resultar em progresso tecnológico para a agropecuária, pois, com o mesmo custo, pode-se utilizar menos dos fatores de produção capital e mão-de-obra. Em outras palavras, uma fazenda que utiliza 100 colheitadeiras e 100 operadores para colher sua produção, a partir deste lançamento, poderia expandir sua capacidade de colheita em 24%, como a mesma quantidade de máquinas e de operadores, que eram anteriormente utilizados.

Desta forma, pode-se considerar que um ponto fundamental para aumentar a riqueza e o bem estar social de uma sociedade, de forma consistente e duradoura, está em aumentar a produtividade da produção dos bens úteis a essa sociedade. Produzir consumindo menos, em termos globais, pode corresponder, em se tratando de indivíduo, comprar mais com os mesmos recursos.

A questão da produtividade sempre teve destaque na sociedade capitalista. Adam Smith, em sua obra clássica “A riqueza das nações”, de 1776, ressalta que uma nova forma de organização do trabalho, a divisão do trabalho, estava acarretando um aumento da produtividade. Com a divisão do trabalho, a produção, que anteriormente era realizada por indivíduos, passa a ser efetuada por grupos. Cada indivíduo, na nova forma organizacional do trabalho, executa uma parte do processo de modo mais produtivo do que se estivesse produzindo todo o bem sozinho. Devido a esse novo método de produção, a produção cresce mais que o consumo de insumos, ou seja, cresce a relação produto por trabalhador. Esse crescimento de produtividade pode corresponder em aumento da riqueza da sociedade, Smith (1776, ed. em português, 1984).

Outros autores clássicos, como David Ricardo e Karl Marx, também abordaram o tema produtividade. Ricardo (1817, ed. em português, 1984), em sua teoria da renda da terra, destaca que as terras de melhor qualidade ou mais produtivas seriam as primeiras a serem exploradas. A preferência se dá pelo fato destas proporcionarem melhores resultados produtivos. Já Marx (1867, ed. em português, 1984) considera que o aumento da produtividade do trabalho amplia a possibilidade

de sua exploração, caso os benefícios deste aumento não sejam repassados ao trabalhador. Como se pode observar, a produtividade é questão presente em nossa sociedade há bastante tempo.

Um fator importante que faz com que a questão da produtividade ganhe destaque é a competição, que, nos últimos anos, tem aumentado intensamente, devido ao processo de globalização. Muitas empresas e produtos, que anteriormente tinham apenas concorrentes locais ou nacionais protegidos por barreiras comerciais, passam a ter rivais nos mercados regionalizados entre países como, por exemplo, o Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). Nesses mercados integrados, entre outros fatores, são diminuídas as barreiras comerciais, aumentando desta forma a mobilidade da produção.

O aumento da concorrência também pode ser verificado pela queda das tarifas de importação, não restritas apenas a blocos comerciais, mas a qualquer país. Como se pode perceber, existe um aumento da competição frente à diminuição do protecionismo comercial. Uma discussão sobre o aumento da concorrência internacional foi realizada por Mattuella et al. (1994). Nesse trabalho destaca-se ainda o papel das trocas internacionais. Os autores, apoiados na teoria das vantagens comparativas, relatam que as trocas, entre países, de bens que são produzidos de forma mais produtiva internamente, por aqueles bens que seriam produzidos, pelo país, de forma menos produtiva, podem resultar em um aumento do bem estar geral de toda a sociedade. Esse fato se dá, pois os países produziram aquilo em que são mais produtivos, gastando menos recursos e trocaram pelos bens que gastariam mais para produzir, o que outros países produziram de forma mais produtiva.

Com base nas considerações feitas acima, constata-se que o conhecimento efetivo das condições de produtividade das unidades que realizam a produção de um país pode ajudar na análise de sua competitividade em relação ao mercado internacional. Diante de tais questões, observa-se a importância de desenvolver estudos relacionados

ao tema produtividade, tanto no campo microeconômico, referente às unidades produtivas, quanto no macroeconômico, relativo ao setor.

Apesar da importância do tema da mensuração da produtividade, no Brasil o assunto ainda é muito incipiente. Poucos trabalhos relacionados à matéria vêm sendo desenvolvidos. Feijó e Carvalho (1994) salientam que havia pouco interesse sobre o assunto, principalmente até o início dos anos 90. A partir do início desta década, com grande influência da abertura comercial e, conseqüentemente, com o aumento da competição, o tema ganhou relevância. O governo brasileiro passou a desenvolver programas relacionados à qualidade e produtividade. As empresas aumentaram seus investimentos em processos mais produtivos para fazerem frente à competição internacional.

As questões supra discutidas destacam, de forma simples e sintética, o crescente aumento da competição internacional, e, por causa disso, a ampliação do interesse pela questão da produtividade. Esse relacionamento entre produtividade e nível de competitividade repousa no fato da racionalidade produtiva ser um fator determinante do poder de competição de empresas e em decorrência dos países. Segundo Porter (1991), uma empresa pode ser mais competitiva através de estratégias de custos ou de diferenciação. No caso da diferenciação, talvez a questão da produtividade não tenha tanta importância, sendo que, para esta apresentar resultados, deve ser considerada em consonância com fatores de qualidade. Pode-se citar, como exemplo, uma empresa que esteja produzindo, de forma mais produtiva possível, um televisor que gere imagens em preto e branco e o mercado, no entanto, só tem demanda por televisores de imagens coloridas. O alto índice de produtividade, nesse caso, não surtirá efeito.

Porém, no caso da competição por custo, a presença de altos índices de produtividade é de fundamental importância para a determinação de elevados padrões de competição. Neste caso, encontram-se, fundamentalmente, os setores ou ramos de atividade que

trabalham com commodities,¹ como minerais elaborados ou semi-elaborados, e a maioria dos produtos agropecuários. Esta condição de pequena diferenciação, dá importância à produtividade. No caso de países emergentes, como o Brasil, que tem uma grande disponibilidade de recursos naturais, a questão ainda ganha mais destaque.

Tendo em vista a importância da produtividade, ou melhor, de alcançar elevados padrões de produtividade, surge a questão: Como medir a produtividade? Como já se pôde observar, a matéria produtividade está relacionada a uma base de comparação. Uma máquina, empresa, ou indivíduo só conhecerá seu padrão de produtividade frente a um processo comparativo com seus similares, ou de sua própria evolução. Na realidade, existem vários níveis de complexidade, quanto à mensuração. A produtividade de uma máquina pode ser facilmente comparada a um manual ou a alguma norma técnica. Por outro lado, analisar a produtividade de uma unidade produtiva, pode ser mais complexo do que se imagina, pois envolve muitos fatores.

A literatura apresenta dois grupos de indicadores de produtividade (Villela e Silva, 1994): os indicadores de produtividade parciais dos fatores (PPF), que consideram apenas um fator de produção; e os indicadores de produtividade total dos fatores (PTF), que envolvem, na análise, vários fatores de produção.

Os indicadores de PPF são mais fáceis de serem calculados do que os de PTF. Dentre os mais utilizados do grupo dos indicadores parciais destacam-se a produtividade da mão-de-obra e a produtividade do capital. Apesar de serem bastante utilizados, esse indicadores podem levar a resultados distorcidos, quando não analisados em um contexto mais amplo (Bonelli et al, 1994). Tal fato acontece porque o processo produtivo, nos dias atuais, é complexo. E em decorrência desta complexidade, na maioria dos casos, não existe um fator de produção principal, mais sim vários, que devem ser considerados de forma conjunta para a obtenção de resultados mais acurados.

¹ Espera-se que os produtos tenham um padrão mínimo de qualidade.

Por exemplo, de acordo com os dados do World Economic Forum (apud Goyos Jr., 1995), um trabalhador do setor agropecuário holandês produz o equivalente a US\$48.800,00 por ano, enquanto que um trabalhador brasileiro do mesmo setor produz US\$2.700,00 por ano. Em uma análise parcial, pode-se chegar à conclusão de que a mão-de-obra agropecuária holandesa é 18 vezes mais produtiva que a brasileira. Entretanto, não seria correto afirmar que a agropecuária brasileira é 18 vezes menos produtiva que a holandesa, pois a produção agropecuária não exige apenas o insumo mão-de-obra, mas sim uma grande variedade de insumos, como: fertilizantes, defensivos agrícolas, máquinas, dentre outros. Só no caso de subsídios, o trabalhador holandês recebe na ordem de US\$15.400,00 por ano, enquanto que o brasileiro não recebe nada. Essa limitação dos indicadores parciais de produtividade geralmente é superada pelos indicadores de produtividade total dos fatores, que serão descritos a seguir.

Por outro lado, como já mencionado, os indicadores PTF podem considerar o conjunto de todos os insumos ou dos principais insumos empregados no processo produtivo. Assim sendo, os resultados desses indicadores são mais próximos da realidade. Os mais destacados indicadores de PTF, utilizados atualmente, são os baseados em índices como o de Tornqvist e Malmquist, que possibilitam superar muitos dos limites apresentados pelos indicadores parciais.

Apesar de serem reconhecidamente superiores, alguns indicadores PTF, como o de Tornqvist, também apresentam deficiências. O principal problema destes métodos está na necessidade de utilização de valores monetários, isto é, dos preços de insumos e produtos. Este fato pode prejudicar muito uma análise temporal longa, principalmente em países como o Brasil, que, historicamente, conviveu com grandes índices de variação de preço. O problema de estabelecimento de preços também aparece no caso de certos produtos e insumos, que são de difícil quantificação monetária.

Outra limitação do índice de Tornqvist é a impossibilidade de se utilizar mais de um produto ou mais de um agregado de produtos similares, ou, mais de um insumo ou mais de um agregado de insumos similares, pois tal índice só trabalha com vários produtos e vários insumos quando estes são agregados através de preços.

Por outro lado, o índice de Malmquist de PTF supera muitas das limitações apresentadas pelo índice de Tornqvist, como a utilização de preços. Aquele índice é calculado através de funções de distâncias, obtidas através de programação matemática. Os métodos não-paramétricos denominados de “Data Envelopment Analysis” (DEA) ou Análise de Envoltória de Dados são empregados para o cálculo do índice de produtividade de Malmquist. Essas técnicas são baseadas nas idéias de Farrell (1957), que ganharam difusão a partir dos trabalhos de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984). Posteriormente à publicação desses trabalhos, e principalmente na década de 80, o assunto ganhou destaque nos maiores congressos de pesquisa operacional do mundo (Seiford, 1990; Seiford, 1996).

Uma grande vantagem do emprego das técnicas de DEA e do índice de Malmquist está na possibilidade de utilização de quantidades físicas de múltiplos insumos e múltiplos produtos. Este fato facilita o desenvolvimento de trabalhos em áreas de difícil estabelecimento de preços para insumos e produtos e, ainda, pode melhorar a qualidade dos resultados das análises temporais, pois evita a necessidade de correção de preços. A análise de produtividade, através do índice de Malmquist, ainda pode ser desmembrada nas mudanças da distância da unidade em relação à fronteira tecnológica ou mudança de eficiência e nas mudanças da fronteira tecnológica, ao longo do tempo, como demonstrado primeiramente por Färe et al. apud Färe et al. (1995). Esta característica permite uma melhor compreensão das causas que estão proporcionando as alterações de produtividade nas unidades em análise. Em outras palavras, o índice possibilita observar se os ganhos de produtividade estão sendo provenientes do deslocamento das unidades no sentido da fronteira tecnológica ou do progresso da fronteira tecnológica. Tal índice vem ganhando muita difusão no exterior, porém foi pouco aplicado no Brasil, tendo-se

conhecimento de apenas um trabalho realizado por Pereira et al (1995) em avaliação de hospitais.

Na sequência será apresentada uma caracterização da agropecuária brasileira, objeto de estudo da evolução de produtividade desta pesquisa.

1.1.2 – AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Do início da colonização brasileira, século XVI, até a década de 60 deste século, a exploração agropecuária brasileira praticamente não possuía um processo contínuo de inovações tecnológicas. O processo produtivo era quase que totalmente baseado no senso comum, ou seja, no conhecimento acumulado do trabalho diário no campo, ou que os imigrantes traziam de suas regiões de origem. Dentre os vários problemas que a forma de exploração agropecuária baseada no senso comum enfrenta, pode-se salientar a diversidade edafo-climática brasileira. Em outras palavras, cada região exige uma forma diferente de exploração (Santos,1988).

No início dos anos 50, crises de abastecimento e a necessidade de uma maior contribuição do setor agropecuário nas exportações põem em xeque a forma de organização informal da produção agropecuária, que persistia por mais de 400 anos no Brasil. Diante de tais circunstâncias, nos anos 60 e, principalmente, a partir da década de 70, começaram a ser direcionadas políticas para o desenvolvimento da agropecuária.

O setor agropecuário, que crescia pela disponibilização de terras, por parte do governo, através da construção de estradas e pelo crescimento da oferta de mão-de-obra, possibilitado, até início do século XX, pelo processo de imigração e posteriormente migração, viu surgir institutos voltados à pesquisa agropecuária, visando desenvolver tecnologias ligadas às necessidades brasileiras. O aumento da disponibilidade interna de insumos modernos como máquinas, defensivos agrícolas e fertilizantes químicos também foi intenso.

As profundas transformações ocorridas na agropecuária brasileira, em função do processo de modernização e do crescimento do mercado interno, trouxeram mudanças para o setor. Pode-se afirmar que a pauta de produtos economicamente relevantes aumentou muito. Existem, atualmente, mais de 45 produtos agropecuários com influência econômica nos Estados brasileiros (ver anexo B). Bem diferente do período relativo há algumas décadas, quando um ou outro produto se destacava em termos de produção de riqueza, na agropecuária.

Apesar do processo de produção, praticamente artesanal, que predominou até a década de 60, a agropecuária sempre teve papel de destaque na economia brasileira. Desde o início de nossa colonização, até os dias atuais, ela foi e ainda continua sendo uma grande geradora de renda, empregos e divisas internacionais. Culturas como café, cana-de-açúcar, cacau e algodão foram a base econômica brasileira até o início do século XX, quando o setor industrial começa a crescer.

Em 1955, a agropecuária representava 25,1% da produção da riqueza interna; a indústria, 24,4%; e os serviços, 50,5%. Em 1960, a indústria já estava produzindo mais riqueza do que a agropecuária, 25,2% e 22,6%, respectivamente. No ano de 1995, a composição do Produto Interno Bruto brasileiro estava dividida da seguinte forma: setor agropecuário, 12,2 %; setor industrial, 33,6%; e setor de serviços, 61,2%². Mesmo com o crescimento, mais que proporcional, dos setores industrial e de serviços, o setor agropecuário não deixou de ser fundamental para a economia.

Como se pôde observar, o setor agropecuário sofreu um processo de modernização, passando a demandar e a fornecer insumos às indústrias. A partir desta etapa, o setor passa a ser a base de sustentação de todo o complexo agro-industrial, que envolve indústrias como as de máquinas agrícolas, as que industrializam os produtos agropecuários e as

² Esse dados estão disponíveis no anuário do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), anos 1972, 1981 e 1996. Os dados de 1955 e 1960, o IBGE, utiliza como fonte a Fundação Getúlio Vargas. Os dados de 1996 totalizam mais de 100%, por estarem imputados os serviços de intermediação financeira.

indústrias produtoras de fertilizantes e defensivos agrícolas. O setor de serviços também participa deste complexo com revendedoras de máquinas agrícolas, lojas de produtos destinados à agropecuária e prestação de assistência técnica. Estima-se que este inter-relacionamento de produtos e serviços gere em torno de 40% do Produto Interno Bruto. No âmbito das exportações, o setor agro-industrial também expressa bastante relevância, estimando sua participação em torno de 40% das exportações (Lima apud Rossi, 1995).

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Como pôde-se notar, o setor agropecuário possuía e ainda possui uma forte importância para a economia brasileira. Também foi destacado o processo de modernização, que se iniciou na década de 60, consolidando-se a partir da década de 70. Como mencionado no princípio deste capítulo, a maioria dos produtos provenientes do setor agropecuário possui a característica de pouca diferenciação, ou seja, a maior parte dos produtos são commodities. Sendo assim, por exemplo, o soja produzido no Brasil ou nos Estados Unidos não apresenta nenhuma característica importante que permita diferenciar a produção destes países. Desta forma, o fator custo é fundamental para a competitividade do setor. E como descrito há pouco, a produtividade é ponto essencial para a redução de custos.

Frente às transformações ocorridas no setor e à importância do tema produtividade, surge uma importante questão relacionada ao processo de modernização, que modificou a forma de produção da agropecuária brasileira. Deste modo, considera-se interessante investigar:

Qual a evolução da fronteira tecnológica múltipla e da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro diante à intensificação do uso de insumos modernos?

Na realidade, a resposta para esta questão não é um assunto trivial. A agropecuária brasileira ganhou em complexidade produtiva a partir de sua modernização. A pequena diversidade de bens, que eram anteriormente produzidos, basicamente com os insumos terra e mão-de-

obra, passam, a partir dos anos 70, a aumentar de número e a utilizar cada vez mais insumos modernos. Desta forma, pode-se inferir que a agropecuária brasileira, principalmente a partir da década de 70, aumentou a diversidade de sua pauta de produção e de insumos utilizados, tornando a sua estrutura produtiva mais diversificada.

Diante da necessidade de se conhecer as alterações na produtividade frente às mudanças na forma de produção agropecuária, foram desenvolvidos alguns trabalhos. Entretanto, a maioria deles foi baseada em indicadores parciais de produtividade, o que pode trazer sérias limitações a tais análises. Estas limitações, como comentado, são devido à restrita condição de análise destes indicadores ante à ambientes mais complexos. Recentemente, devido à importância do problema, alguns autores vêm desenvolvendo trabalhos que utilizam indicadores de PTF para avaliar a produtividade da agropecuária brasileira. Dentre estes autores, pode-se destacar Guasques e Conceição (1997) e Ávila e Evenson (1994), que desenvolvem índices de PTF para a agropecuária brasileira. Os mesmos autores ressaltam os limites de trabalhos baseados em indicadores PPF, e destacam também a pequena quantidade de trabalhos voltados para um assunto de extrema importância estratégica.

É interessante salientar que, apesar de considerarem indicadores de PTF, os trabalhos referidos há pouco foram baseados no índice Tornqvist de PTF, e que tal índice só trabalha com múltiplos produtos e múltiplos insumos, através da utilização de preço como fator agregador. Então existe a impossibilidade de consideração de múltiplos insumos e múltiplos produtos de forma desagregada, isto é, a única forma de trabalhar com múltiplos produtos e múltiplos insumos é através da utilização de valores monetários da produção e dos insumos, sendo, por exemplo, impossível utilizar dois agregados de produtos. Guerreiro (1996) destaca que o ideal e o mais correto seria medir a produtividade em termos físicos, em termos de quantidades produzidas por recursos (insumos) utilizados. Mas, segundo o autor, mensurar a produtividade dessa forma é um tanto complexo, devido à heterogeneidade de insumos e produtos.

A análise baseada unicamente em preço como fator agregador é uma restrição muito importante, principalmente quando existe a necessidade de correção dos valores no tempo, pois variações monetárias podem representar erroneamente variações na produção. Este fato ainda é agravado quando se trata de uma análise temporal longa e de um país como o Brasil, que apresentava altos índices de inflação. Outro problema se dá em relação à mensuração do preço de certos fatores, como terra, equipamentos e mão-de-obra. Seria muito mais fácil e correto trabalhar com quantidade destes fatores do que dimensionar o preço real destes. Porém, o método utilizado por estes autores não possui essa flexibilidade.

O índice de Tornqvist também não fornece as causas que levam às alterações de produtividade. Causas estas que podem estar relacionadas às mudanças tecnológicas ou aos deslocamentos internos em relação à fronteira tecnológica, que pode-se chamar de mudança de eficiência.

Para tratar o problema de mensuração da produtividade do setor agropecuário brasileiro, propõe-se a construção de indicadores de PTF que considerem quantidades físicas de múltiplos insumos e múltiplos produtos. Estes indicadores serão baseados nas metodologias DEA e no índice de produtividade de Malmquist. Além de trabalharem com quantidades físicas dos insumos e produtos, que são difíceis de quantificação monetária, o índice de Malmquist ainda possibilita o desmembramento das alterações de produtividade, em mudança de tecnologia e mudança no interior da fronteira tecnológica. O índice de Malmquist será detalhadamente descrito no III capítulo.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Assim, dado o panorama de modernização do setor agropecuário brasileiro, o objetivo central deste trabalho é avaliar a evolução da fronteira tecnológica múltipla e da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro decorrente do processo de modernização tecnológica ocorrido no período de 1970-96, empregando o índice de Malmquist e Análise de Envoltório de Dados.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pretende-se que o modelo de análise possa:

- verificar o crescimento de produtividade total dos fatores dos Estados, ao longo do período de análise;
- quantificar o progresso técnico frente à modernização;
- verificar se o processo de modernização tecnológica ocorreu de forma uniforme no país ou se este foi concentrado em regiões ou Estados;
- avaliar as mudanças das unidades em análise em relação à fronteira tecnológica.

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Dado as circunstâncias apresentadas anteriormente, a pauta de produção da agropecuária brasileira tornou-se bastante diversificada, com mais de 45 produtos com alta relevância econômica para os Estados. No caso dos insumos acontece o mesmo, ou seja, o aumento da variedade dos insumos empregados. Por outro lado, os modelos matemáticos que são utilizados nas análises apresentam a restrição de que o número de produtos mais o número de insumos devem ser no mínimo duas vezes menor do que o número de unidades da análise, conforme demonstra o estudo de Thomas et al. apud Kao e Yang (1992). Banker et al. apud Kao e Yang (1992) sugerem que o número de unidades da análise, sempre que possível, deve ser no mínimo três vezes maior que o número de insumos e produtos. Diante deste fato, torna-se praticamente impossível utilizar nos modelos matemáticos propostos para análise cada produto ou insumo isoladamente. Desta forma, deve-se trabalhar com agregados de similares.

Outra restrição do trabalho é a utilização de apenas cinco observações, os anos censitários, para um estudo de um período de 26 anos. Este fato ainda ganha importância quando se está estudando um setor tão sensível a fatores externos como é o agropecuário.

O modelo utilizado na análise impõe suposições de retornos constantes de escala e forte descartabilidade de produtos e insumos. O

que está por trás destas suposições é que é assumido que a tecnologia do setor agropecuário brasileiro tenha estas características.

1.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho está restrito à análise do setor agropecuário brasileiro no período de 1970-96, sendo consideradas como unidades da análise os Estados que compunham a federação brasileira no ano de 1970 mais o Distrito Federal e os agregados regionais e nacional.

As alterações de tecnologia ou de produtividade são avaliadas de forma quantitativa. Ainda vale destacar que não faz parte do escopo do trabalho estudar as causas que proporcionaram os aumentos de produtividade ou os deslocamentos da fronteira. Apenas algumas hipóteses serão levantadas neste sentido.

É importante salientar que o modelo empregado na análise do setor agropecuário brasileiro não visa ou pretende fazer comparação entre as unidades e propor políticas para melhoria da produtividade das mesmas, como visa a análise tradicional DEA. O ponto central de análises baseadas no índice de Malmquist, como esta, é o de quantificar as alterações de produtividade existentes ao longo do tempo e verificar se está havendo progresso técnico.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de tese está dividido em cinco capítulos. O primeiro é o capítulo introdutório, nele foram realizadas as primeiras considerações sobre a produtividade e a agropecuária brasileira. A problemática do tema, os objetivos e os limites do trabalho também são discorridos nesta parte. No segundo capítulo são apresentados o desenvolvimento histórico, a importância econômica e o processo de modernização da agropecuária brasileira. Os trabalhos relacionados à produtividade e ao setor agropecuário também são exibidos neste capítulo. No terceiro capítulo são destacados alguns fundamentos relacionados à tecnologia múltipla de produção e produtividade. No quarto capítulo é apresentado o modelo de análise de PTF para avaliar a evolução da fronteira

tecnológica, as alterações das unidades em relação à fronteira e o crescimento da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro. Os resultados da aplicação do modelo também são expostos neste capítulo. Por fim, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões alcançadas e feitas algumas considerações.

CAPITULO II

AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E DESEMPENHO PRODUTIVO

No capítulo introdutório foram realizadas as primeiras observações sobre o tema a ser desenvolvido no trabalho. Foram levantados ainda o problema de pesquisa, os objetivos, as limitações e as delimitações do trabalho.

Este capítulo apresenta a evolução histórica da agropecuária brasileira desde a colonização até os dias atuais. Também é destacada a importância da agropecuária para a economia brasileira, bem como o processo de modernização pelo qual ela passou, a partir da década de 70. Ainda são apresentados, no segundo capítulo, os estudos relacionados ao tema produtividade e agropecuária brasileira.

2.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Desde o início da colonização, até os dias atuais, a agropecuária sempre teve um papel de destaque na economia brasileira, sendo que ela foi e ainda continua sendo de fundamental importância para a geração de riquezas e o aumento do bem-estar social.

Pode-se dizer que produtos agrícolas como o pau-Brasil (extrativismo), a cana-de-açúcar, o fumo, o algodão, o café, a borracha e o cacau foram os principais geradores de renda para o país no período de 1500 a 1930, como pode ser visto no gráfico da Figura 2.1.

Nesta fase, caracterizada como modelo econômico primário-exportador, quase todos os outros bens de consumo que não eram produzidos internamente dependiam da renda gerada pela exportação dos produtos agropecuários para serem adquiridos³.

³ O ouro e os diamantes também foram importantes geradores de renda no final do século XVII, até meados do século XVIII.

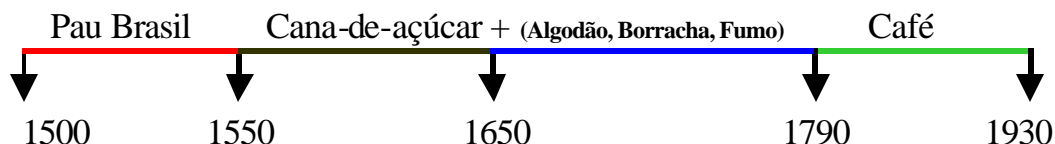


Figura 2.1 Gráfico dos produtos de maior importância econômica para o Brasil, no período observado⁴

A partir de 1920, e principalmente após a década de 30, a indústria brasileira começa a desenvolver-se com maior intensidade. O financiamento desse crescimento é baseado na riqueza gerada pela agropecuária. A maior parte dos incentivos e políticas governamentais, de lá para cá, esteve voltada para o desenvolvimento da indústria, em detrimento da agropecuária. Mesmo assim, a riqueza interna gerada pela indústria só se distancia da riqueza interna gerada pelo setor agropecuário no final da década de 50 (Brum 1991).

Como pode ser observado no gráfico da figura 2.2⁵, em 1960 a renda gerada pelo setor agropecuário já é menor que a produzida pelo setor industrial, passando este último a ganhar cada vez mais destaque na economia brasileira.

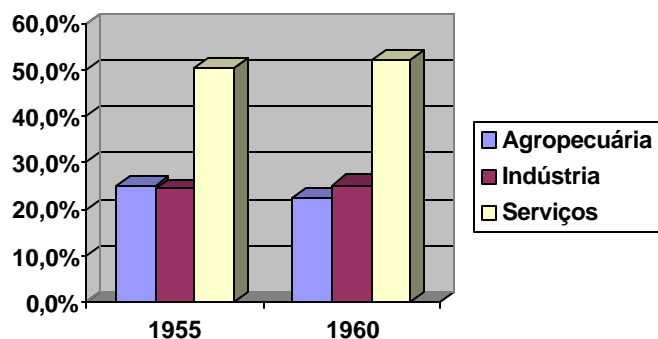


Figura 2.2 Gráfico da participação percentual dos setores no PIB⁶

Atualmente, o setor de serviços e o setor industrial têm maior participação na geração da renda interna (cerca de 88 %), cabendo apenas 12 % ao setor agropecuário (Mueller, 1997). Entretanto, este fato não significa que a agropecuária

⁴ Fonte Brum (1991)

⁵ Em 1955, a agropecuária ainda representava 25,1% da produção da riqueza interna, a indústria 24,4% , e os serviços 50,5%. Em 1960 a indústria já esta produzindo mais riqueza que a agropecuária, 25,2% e 22,6%, respectivamente. Fonte IBGE.

⁶ PIB, total das riquezas produzidas internamente em um país, mais conceitos ver Rossetti, 1996.

diminuiu sua importância para o desenvolvimento do país. Ao contrário, pode-se afirmar que ela foi e ainda continua sendo de fundamental importância para a economia brasileira, através da geração de divisas pelas exportações de produtos agropecuários, pelo fornecimento de insumos às agro-indústrias e pela produção de alimentos às pessoas que vivem nas cidades.

O fato da agropecuária ter uma menor participação na formação do PIB, com relação aos outros setores (indústria e serviços), não diminui a sua importância como setor alavancador da economia. O setor agropecuário continua sendo a base para o bom desempenho do complexo agro-industrial que envolve toda a produção agrícola e pecuária, produção de insumos e máquinas, a industrialização e a distribuição da produção do setor agropecuário. De acordo com Lima apud Rossi (1995), o complexo agro-industrial corresponde cerca de 40% do PIB e, aproximadamente, 40% das exportações brasileiras. O fluxograma da Figura 2.3 apresenta uma simplificação das inter-relações do complexo agro-industrial.

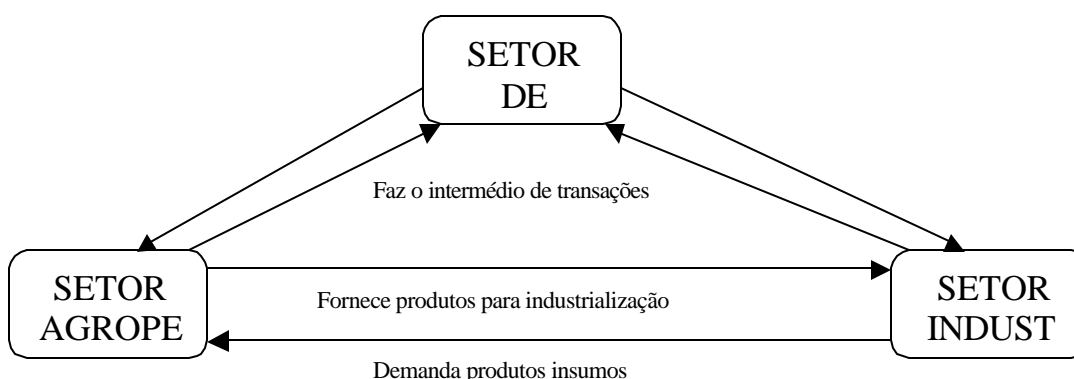


Figura 2.3 Representação simplificada das relações do complexo agro-industrial

Como pode-se notar, o setor agropecuário é a base para todo o complexo agro-industrial, que surgiu em correspondência com a transformação de uma economia puramente voltada à atividade primária para uma economia mais industrializada, onde se desenvolvem com grande rapidez os setores industrial e de serviços.

Uma característica importante do complexo agro-industrial é a de que o processo de industrialização, neste tipo de atividade, ocorre em sua maioria no interior do país, funcionando como descentralizadora dos investimentos nos grandes

centros e promovedora do progresso no interior. O desenvolvimento de pólos regionais proporcionado pelo agro-negócio foi destacado por Neto e Edward (1999).

A expansão da produção agropecuária brasileira, a partir dos anos 70, se dá, basicamente, através do aumento da utilização de insumos modernos (máquinas, produtos químicos e sementes melhoradas). Esse processo de modernização é apresentado a seguir.

2.2 PROCESSO DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO

Com a intensificação do crescimento dos setores industrial e de serviços, a partir dos anos 40, o modelo de produção agropecuária baseado no senso comum passa a ter dificuldades em atender às necessidades emergentes. Diante de tal questão, surge a necessidade de novas opções para a modernização da produção agropecuária. As possibilidades para a modernização, bem como o caminho seguido, no caso brasileiro, serão expostos a seguir.

2.2.1 NECESSIDADE DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO E MODELO DE GERAÇÃO DE TECNOLOGIAS

A partir da década de 40, e com maior intensidade nas décadas seguintes, o setor urbano brasileiro intensifica o seu processo de expansão⁷. Este crescimento é reflexo do aumento do setor industrial e do setor de serviços. Em função destes fatos, tem-se uma elevação da demanda por produtos agropecuários, pois esta mudança estrutural na economia do país acarreta o deslocamento das pessoas do campo para a cidade. Esta parte da população, que migra para as cidades, deixa de produzir alimentos e passa a requerer que a população restante no campo a alimente nas cidades. Daí surge a necessidade de expansão da produção agropecuária para atender às necessidades emergentes. Esta expansão pode ser realizada basicamente de duas formas: em um caso pode-se optar pela expansão da fronteira agropecuária; no outro, o caminho a ser seguido requer a utilização de um maior nível tecnológico na produção, ou seja, a utilização de insumos modernos e práticas adequadas ao cultivo.

A primeira forma de expansão da produção pode ser viável no Brasil pela disponibilidade de áreas. Entretanto, estas áreas se encontram longe dos grandes mercados consumidores, exigindo investimentos em infra-estrutura. No caso da

⁷ População urbana em 1940 era de 12.880.182, em 1991 era de 110.990.990. A população rural em 1940 era de 28.356.133, em 1991 era de 35.834.485. Fonte IBGE.

segunda forma de expansão da produção, seria necessário a disponibilização de insumos modernos, como máquinas, defensivos, fertilizantes, dentre outros.

Na área agropecuária, segundo Alves e Contini (1988), existem basicamente dois modelos ou processos para a geração de tecnologias. O primeiro processo ou modelo A não tem ligação estrita com a pesquisa organizada. O conhecimento é desenvolvido pelos próprios agropecuaristas, na base da tentativa e erro, e os conhecimentos são repassados através das gerações. No caso brasileiro, os imigrantes europeus e japoneses tiveram papel fundamental na geração e difusão do conhecimento. Eles adaptavam experiências trazidas de suas regiões de origem às regiões similares, como, por exemplo, em Estados localizados no sul do Brasil.

A capacidade do aumento progressivo da produtividade, neste modelo, é praticamente inexistente. Como consequência, sempre existirá, com o decorrer do tempo, a busca de novas fronteiras, por parte dos agropecuaristas, visando o aumento da produção. Esse fato se dá devido a pouca ou nenhuma utilização de insumos modernos ou das práticas adequadas de manejo integrado dos solos. Desta forma, não conseguindo recuperar o desgaste de solos, mal ou intensamente utilizados. Outra limitação desse modelo, ocorre quando o ambiente de atuação agropecuária não permite a plena aplicação dos conhecimentos dos agropecuaristas, necessitando, neste caso, da geração de conhecimentos específicos àquele meio ambiente a ser explorado. É o caso de fronteiras agropecuárias como o Cerrado, 25% do território brasileiro, e a Amazônia, onde uma exploração agropecuária adequada deve suceder em moldes diferentes daqueles trazidos pelos imigrantes. O modelo baseado no senso comum foi predominante na agropecuária brasileira, do início da colonização (1500) até os anos 50 deste século. A partir da década de 50 ele começa a entrar em crise, abrindo espaço para a expansão da outra forma de geração de tecnologia, que passar-se-á a expor.

O outro processo ou modelo B é o que está baseado na pesquisa científica, para a geração de conhecimentos. Esta pesquisa, tanto pode ser feita pela iniciativa privada⁸, quanto por entidades públicas⁹. Como se pode notar, o processo de geração

⁸ Pode-se citar como exemplo de entidades privadas empresas como Agrocere, Cargil, Rhodia, dentre outras que desenvolvem produtos agropecuários.

⁹ Dentre as entidades governamentais, pode-se citar institutos como IAPAR, EMBRAPA, e muitas universidades públicas.

do conhecimento científico é baseado na existência de instituições especializadas, que geram e difundem as inovações ou novos processos produtivos.

Estas inovações são o que freqüentemente chamam-se de insumos modernos. Dentre eles estão os defensivos capazes de controlar os desequilíbrios provocados na flora, pelo cultivo específico de uma ou de poucas culturas, apesar de gerarem outros desequilíbrios; sementes geneticamente melhoradas, resistentes a doenças e com capacidade de adaptação a condições ambientais adversas à sua origem; adubos capazes de corrigirem deficiências nutricionais dos solos; máquinas adequadas às culturas; práticas adequadas de uso do solos e formas de controle biológico¹⁰. Todos esses recursos facilitam o atendimento das necessidades emergentes, pois possibilitam a conquista de novas fronteiras, como o cerrado brasileiro, que anteriormente eram tecnicamente inviáveis para o cultivo e ainda contribuem para o melhor aproveitamento das atualmente exploradas.

Como se pode observar, para mudar do modelo A para o modelo B, é necessária uma profunda transformação na infra-estrutura de base do setor agropecuário brasileiro, o que acarretaria em pesados investimentos. Como o país vinha há séculos utilizando o modelo tradicional e este atendendo às necessidades, a provável forma de transformação do modelo tradicional para o modelo de base científica seria através de insuficiência de atendimento das necessidades do país pelo modelo clássico.

Este fato aconteceu, principalmente, a partir dos anos 50, com o aprofundamento das crises como a de abastecimento, de exportação e de doenças. O problema de abastecimento, como descrito há pouco, foi gerado em função do crescimento da população urbana que, devido ao processo de industrialização, aumentou intensamente e causou uma maior pressão na demanda por alimentos. A necessidade da manutenção e ampliação das exportações agropecuárias era indispensável para a manutenção do equilíbrio no Balanço de Pagamentos. Algumas doenças passaram a ameaçar a produção de culturas importantes como o cacau, exigindo que a pesquisa apresentasse resposta a elas (Alves e Contini, 1988).

¹⁰ Oliveira (1998) destaca que insetos capazes de controlar a lagarta do cartucho, que ataca dentre outras culturas o Milho, o Trigo e o Algodão, pode reduzir o consumo de inseticidas em 80%.

Estes fatores mencionados pressionavam a implementação de mudanças estruturais na agropecuária. Por outro lado, existiam outros fatores, como destaca Santos (1988), que poderiam impedir o desenvolvimento e a implementação de novos processos produtivos na agropecuária, que possibilitassem o aumento da produção por espaço de terra e ainda a conquista de fronteiras antes tecnologicamente inacessíveis. Essas questões estavam relacionadas à própria estrutura agrária brasileira, que, em sua maioria, era composta, nos anos 50 e 60, de latifúndios despreocupados com a maximização dos lucros e por minifúndios, onde os agropecuaristas estavam muito mais preocupados com o atendimento de suas necessidades do que com o mercado.

Conforme apresentado, a agropecuária sempre teve papel de destaque na economia brasileira. Do início da colonização até a década de 50 deste século, a exploração agropecuária ocorreu de modo praticamente artesanal, com pouca aplicação de tecnologia. A partir dos anos 50, em função das crises, cria-se espaço para a modernização. Apesar dessa oportunidade, as inovações foram retardadas por fatores como a estrutura agrária, disponibilização de mão-de-obra e terra. Devido a isto, o processo de modernização só foi consolidado com maior intensidade a partir de 1970, quando muitas políticas foram realmente direcionadas para o aumento do nível tecnológico do setor. Esse processo é que será discutido no próximo item do capítulo.

2.2.2 POLÍTICAS PARA A MODERNIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Como enfatizado anteriormente, a agropecuária brasileira até meados dos anos 60 não apresentava sinais significativos de utilização de insumos industriais ou de processos produtivos adequados às suas condições edafo-climáticas. A sua estrutura agrária ainda continuava constituída, em grande parte, ou por extensos latifúndios desinteressados em inovações, que apenas se aproveitavam da disponibilidade de mão-de-obra e terra, ou por minifúndios que “não estavam interessados no mercado”, destinando sua produção quase que exclusivamente ao atendimento das próprias necessidades (Santos, 1988).

Pode-se considerar que existiam duas correntes teóricas tentando explicar esta falta de crescimento da produtividade, ou de modernização, da agropecuária brasileira: a neoclássica e a estruturalista. A primeira sugere que o problema estava

relacionado à falta de políticas adequadas ao setor, como a de preços mínimos e subsídios para a disponibilização de insumos modernos. Essa corrente também dava ênfase à grande disponibilidade de terra e mão-de-obra como fator inibidor das inovações. A segunda sugeria a inadequada estrutura de distribuição de terra como fator limitante à modernização, pois, segundo esta corrente, não existia uma classe dinâmica na agropecuária que ansiasse por inovações.

Teóricos neoclássicos como Schuh e Nicholls apud Santos (1988) atribuem a baixa produtividade da agropecuária ao reduzido nível de tecnificação utilizado pelos agropecuaristas. Pois, de acordo com os autores, faltavam mecanismos que facilitassem o acesso dos agropecuaristas aos meios, insumos modernos, que levassem ao progresso técnico. Eles também reconhecem que a disponibilização destes insumos exigiria uma política de incentivos e investimentos pesados, por parte do governo, na criação da infra-estrutura. Estes autores, por outro lado, não consideravam fundamental a criação de uma estrutura agrária adequada à absorção destas novas tecnologias.

O atraso técnico e a falta de infra-estrutura moderna de apoio ao setor agropecuário eram explicados pela abundância de terra e mão-de-obra verificadas até meados dos anos 60. A disponibilização destes fatores era corroborada pela expansão de fronteiras férteis, como a do Paraná, do Mato Grosso do Sul e Goiás. Por outro lado, o progresso tecnológico nos meios de transporte evitava aumentos expressivos dos preços devido à fronteira agropecuária estar se tornando cada vez mais distante dos centros de consumo. Já o preço da mão-de-obra era mantido estável tendo em vista o deslocamento das populações marginais do Rio Grande do Sul e do Nordeste para estas regiões. Apesar de não contribuírem para o progresso técnico, estas políticas que facilitavam a disponibilização dos insumos tradicionais, terra e trabalho, à agropecuária eram consideradas racionais pelos autores neoclássicos. Essa corrente considerava a não utilização do capital, fator escasso, e a utilização de fatores abundantes, terra e trabalho uma saída inteligente. Diante disto, os autores consideram útil, para explicar a falta de modernização da agropecuária brasileira, o modelo de inovação induzida de Hayami e Ruttan apud Santos (1988), já que a adoção de inovações técnicas era economicamente inviável.

Por outro lado, autores estruturalistas, como Furtado apud Santos (1988), encontram, na estrutura de distribuição da terra, o fator limitante à expansão de tecnologias modernas que proporcionassem o aumento de produtividade da agropecuária. Esta corrente se baseia no processo de formação da estrutura agrária brasileira, que privilegiou as políticas de disponibilização de terras e mão-de-obra¹¹ a grandes empresas agropecuárias, e que, por outro lado, dificultou o acesso de terras a pequenos colonos à não modernização da agropecuária brasileira.

Em decorrência deste modo de exploração agropecuária, pode-se afirmar com bastante precisão que, até 1975, existiam, dentro das propriedades agropecuárias, na maioria dos Estados brasileiros, terras férteis disponíveis e ainda não utilizadas. (Santos, 1988)

A partir de 1965, parece ficar evidente a necessidade de aumentar os índices de produtividade da agropecuária. E isso não seria possível utilizando-se apenas os instrumentos já existentes. Surgia, então, a necessidade de investimentos elevados para a utilização de novos processos produtivos que possibilitassem a expansão da produção agropecuária.

Como foi apresentado, a infra-estrutura rural, em termos de distribuição de terras, não foi desenvolvida. Em decorrência deste fator, não existia uma classe dinâmica de pequenos produtores capaz de absorver inovações tecnológicas. E os que existiam apresentavam um nível de desenvolvimento muito primitivo. Deste modo, as políticas que visavam o aumento da produtividade rural ficaram atreladas aos grandes e médios produtores, que seriam os únicos em condições de se adequarem ao processo de inovação.

Assim sendo, os caminhos da modernização não visavam o longo prazo, como a melhoria da estrutura agrária. Nota-se que as políticas sugeridas eram de curto prazo, como preço mínimo, crédito e assistência técnica. Apenas os grandes e médios produtores é que poderiam se beneficiar destas políticas. Deste modo, o processo de modernização da agropecuária brasileira ocorrido a partir dos anos 60 foi moldado segundo a estrutura agrária, via utilização de fortes subsídios.

¹¹ As terras eram viabilizadas pela construção de estradas. A mão-de-obra era disponibilizada pela escravidão, imigração (primeira metade do século XX) e migração (segunda metade do século XX).

A partir destas condições descritas, inicia-se a ampliação do uso da mecanização, de adubos, de defensivos agrícolas e de outros insumos. Deste modo, torna-se possível a utilização de áreas de grandes dimensões em uma mesma propriedade. E viabiliza-se o cultivo de culturas que são comercializadas em larga escala, como o soja, o milho, o trigo, a cana-de-açúcar, dentre outras.

A modernização da agropecuária brasileira foi simultânea ao desenvolvimento de uma tendência mundial, em que os processos produtivos da agropecuária eram voltados ao uso intensivo de insumos industriais, poupadores de terra e trabalho. Esse período ficou conhecido como “revolução verde”.

Outro fator que influenciou a modernização da agropecuária brasileira foi a saída gradativa de um período de substituição de importações, que se deu intensivamente até os anos 60, para entrar em uma era de incentivos às exportações, onde a agropecuária teria um papel importante. Neste caso, a agropecuária participaria com a exportação de produtos, para um mercado internacional exponencialmente crescente, e ainda incentivaria a expansão industrial interna, pois passava a demandar insumos industriais em escala, auxiliando o crescimento do setor industrial.

Como pôde-se notar, o desenvolvimento da agropecuária foi atrapalhado, desde a colonização do país até meados dos anos 60, por fatores relacionados às políticas dirigidas ao setor. Estes fatores estavam relacionados à disponibilização da mão-de-obra e com a viabilização da utilização de terras por grandes empresas. Quando se iniciou o processo de modernização, esse foi exógeno à agropecuária, e fruto da disponibilidade de pacotes tecnológicos do exterior e do apoio ao desenvolvimento do setor rural, pelo governo.

Um estudo sobre a utilização dos insumos modernos na agropecuária, realizado por Barros e Manoel (1988), demonstra que estes se expandiram, principalmente, a partir do final dos anos 60, e mais intensivamente a partir da década de 70, devido ao incentivo à produção interna, sendo alguns deles proporcionados pelo II PND (Plano Nacional de Desenvolvimento, 1974/1979). Pode-se citar, como exemplo, o caso do consumo aparente de fertilizantes, que era de 630.380 toneladas de ingrediente ativo em 1969, 5 anos depois, em 1974, salta para 1.824.636, e em 1994 passa a ser de 5.080.208. No caso da venda doméstica de

tratores agrícolas, observa-se que em 1974 eram consumidos internamente 5 vezes mais tratores do que em 1969, 45.995 e 9.664 unidades, respectivamente. O consumo interno de tratores agrícolas em 1994 foi de 46.456¹² unidades, um pouco superior a 1994, porém é interessante observar que a potência média dos tratores aumentou. O número de HP disponíveis em 1970 era de 7.959.775 e em 1995 salta para 52.910.975¹³.

Os defensivos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), segundo os autores, apresentaram uma expansão até meados da década de 70. A partir daí, de acordo com eles, ocorre uma estabilidade no consumo. Na realidade, o consumo aparente de inseticidas e de fungicidas diminui entre 1974 e 1991 e o consumo de herbicidas aumenta, no mesmo período. De forma agregada, existe uma queda no consumo de defensivos no período¹⁴.

Deste modo, pode-se verificar que houve uma intensificação no uso de insumos modernos, ou até inferir que a agropecuária brasileira intensificou o processo de modernização a partir da década de 70. Entretanto é importante observar que o Brasil é muito grande e possui diferenças estruturais, econômicas, sociais e edafo-climáticas entre seus Estados e regiões. Estas diferenças, aliadas à ação de grupos de interesses, como observado por Monteiro (1985), influenciam a geração e a utilização dos novos processos produtivos. Em outras palavras, o processo de modernização pode ter sido absorvido, com maior intensidade, por Estados e regiões que possuíam as condições mais adequadas de assimilação das inovações vindas do exterior e das desenvolvidas internamente. Assim sendo, os Estados e regiões que não se moldavam às inovações, podem ter participado com menor intensidade deste processo.

Como se pode observar, a agropecuária brasileira, apesar das dificuldades estruturais, sofre um processo de modernização. Também fica destacado que o processo de modernização, que se intensifica nos anos 70, é fruto das crises que se iniciam nos anos 40 e 50, não devendo ter sido distribuído de modo uniforme no

¹² Os dados de 1994 foram extraídos do Anuário Estatístico de 1995 do IBGE.

¹³ Fonte dados do trabalho.

¹⁴ Consumo interno de inseticidas em 1974 foi de 35.101 ton. e em 1991 foi de 19.425 ton. O de fungicidas foi de 29.112 em 1974 e de 15.049 ton. em 1991. Por fim, o consumo de herbicidas em 1974 foi de 8.420 ton. e em 1991 foi de 25.714 ton. Fonte IBGE Anuário Estatístico.

país. Frente às mudanças ocorridas no setor, surge a necessidade de verificação das conseqüências no desempenho produtivo da agropecuária. Diante desta questão, alguns trabalhos correlatos ao tema foram desenvolvidos. No próximo item serão apresentados os trabalhos relacionados ao tema.

2.3 ESTUDOS RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE E À AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

Como se pôde observar, principalmente, a partir da década de 70, a agropecuária brasileira sofreu grandes mudanças. Estas alterações estavam relacionadas à expansão da utilização de insumos modernos, que provavelmente acarretariam modificações na produção e na produtividade da agropecuária brasileira. Frente a este fato, foram desenvolvidos alguns estudos visando identificar alterações na produtividade da agropecuária brasileira. É importante salientar que alguns dos trabalhos não trataram diretamente sobre a questão de inovações e reflexos na produtividade. Entretanto, estes utilizaram-se do tema produtividade e agropecuária.

Destacar-se-á, a seguir, alguns destes trabalhos que abordam a questão da mensuração da produtividade da agropecuária brasileira. É bom enfatizar que a maioria dos estudos, além de analisar somente casos regionais, não trata a produtividade em um sentido global, considerando apenas a produtividade parcial dos fatores. Recentemente, alguns pesquisadores vêm desenvolvendo trabalhos visando a melhoria do dimensionamento das reais alterações de produtividade. Esses estudos consideraram a produtividade total dos fatores.

2.3.1 ESTUDOS REGIONAIS RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE QUE UTILIZARAM INDICADORES PARCIAIS

Dentre os estudos regionais relacionados à produtividade, pode-se destacar trabalhos como o de Pinazza e Noronha (1980), que trataram das relações entre o preço da cana-de-açúcar e a produtividade desta cultura no Estado do Rio de Janeiro. Os autores concluíram que a produtividade da cana-de-açúcar era sensível ao aumento de preço da cultura. Entretanto, o que os autores verificaram realmente foi que a produção por hectare estava crescendo em função do aumento do preço da cana-de-açúcar, pois eles utilizaram o rendimento por hectare como indicador de produtividade. Já em uma análise que leva em consideração indicadores globais, a

produtividade poderia não estar aumentando, sendo que o aumento da produção por hectare poderia ser fruto do crescimento da utilização de outros insumos. Este problema persiste em todos os estudos que contemplam indicadores parciais em suas análises. Os trabalhos que serão apresentados a seguir apontam deficiências similares.

Trevisan (1984) desenvolveu um estudo que trata sobre o relacionamento entre a estrutura fundiária e a produtividade alcançada pela cultura do cacau no Estado da Bahia. Em seu estudo, o autor utilizou a produtividade da terra como indicador, e concluiu que a produtividade do cacau, em geral, estava aumentando e que extratos muito grandes de terra apresentavam um menor rendimento.

Silva et al (1985) estudaram os efeitos das condições do tempo sobre a produtividade agrícola no Estado de São Paulo. O objetivo dos autores era de conhecer os efeitos das condições climáticas adversas sobre a produtividade agrícola. Para alcançar tal objetivo, eles desenvolveram um modelo de análise baseado no índice da evolução da produtividade da terra de 1956 a 1983.

Os efeitos das políticas institucionais, no desempenho e na composição da produção agrícola paranaense, foi estudado por Pereira e Lugnani (1991) e Pereira (1992). Os autores utilizaram a produtividade da terra no auxílio à análise de desempenho.

As diferenças de produtividade da terra e do trabalho entre microregiões homogêneas da agropecuária paranaense, no período de 1975 a 1970, foi analisada por Guerreiro (1996). O autor usa indicadores parciais para comparar as diferentes regiões do Estado. Foi verificado, neste trabalho, que existiam grandes variações de produtividade entre as microregiões.

Como se pode observar, todos estes autores empregaram indicadores parciais de produtividade em suas análises. Como já mencionado anteriormente, os indicadores parciais de produtividade não devem ser confundidos com a produtividade da agropecuária. Caso isto ocorra, pode-se estar incidindo no erro de superestimar ou subestimar os aumentos de produtividade. A seguir serão expostos estudos de âmbito nacional que são baseados em indicadores parciais.

2.3.2 ESTUDOS EM ÂMBITO NACIONAL RELACIONADOS À PRODUTIVIDADE E INDICADORES PARCIAIS

Dentre os estudos voltados à análise da produtividade da agropecuária brasileira, pode-se citar o de Kageyma e Silva (1983), que, com uma visão marxista, se apoiam no aumento de produtividade para discutir a transformação do emprego na agricultura, frente ao processo de modernização. Os autores discutem o efeito do progresso técnico no crescimento da produtividade, e o aumento das possibilidades da exploração do trabalho. Eles usam conceitos parciais de produtividade do trabalho e da terra para analisar o aumento do progresso tecnológico e o aumento da produtividade agrícola.

Mello (1990) investiga o crescimento não desprezível da agricultura brasileira na década de 80 frente a fatores adversos, como o desempenho insatisfatório da economia e cortes de incentivos ao setor. O autor destaca o crescimento mais acentuado dos produtos destinados ao mercado externo, como soja e laranja, em relação aos produtos destinados ao mercado interno, como arroz e feijão. É ressaltado na análise que grande parte do crescimento ocorreu em função do aumento de produtividade. O autor considera como indicador de produtividade a produção por área.

Avaliando a agricultura brasileira frente à sua estrutura de produção, Silva (1983) baseia-se em indicadores parciais para explicar o comportamento dos diferentes extratos de produtores que compõem esta estrutura.

Albuquerque e Nicol (1987) desenvolvem um trabalho fazendo comparações da produtividade da agricultura brasileira em relação à de outros países. Os autores utilizam indicadores parciais de produtividade para realizar a análise, apesar de destacarem os limites desses indicadores.

Para analisar o desempenho produtivo agropecuário de 332 microrregiões do Brasil, Hoffmann e Jamas (1990) se fundamentaram em indicadores parciais de produtividade da terra e do trabalho. Na tentativa de minimizar a deficiência das medidas parciais, os autores trabalharam com o valor agregado do trabalho na produção agropecuária, e com o valor agregado por hectare cultivado. Os resultados, no geral, apontaram aumento de produtividade.

O estudo de Valente (1994) trata do desempenho da agricultura brasileira no período compreendido entre 1975 a 1993. Baseando-se em indicadores parciais, ele conclui que o desempenho produtivo dos anos 80 foi um pouco superior do que o verificado no início da década seguinte. O autor ainda destaca que, apesar da melhoria, significativa, da produtividade da agricultura em relação a década de 70, ainda é preciso ser mais produtivo, para encarar desafios da competição internacional.

A característica comum destes trabalhos apresentados é que em todos foram utilizados indicadores parciais de produtividade em suas análises para explicar alguma situação ocorrida na agropecuária brasileira. Como já evidenciado anteriormente, os indicadores parciais de produtividade podem levar a resultados distorcidos, face à análise de ambientes complexos, como é o caso do objeto de estudo.

Diante da relevância do problema e da importância de uma análise mais acurada sobre a produtividade da agropecuária brasileira, foram desenvolvidos alguns estudos que trataram a questão em um sentido mais amplo, considerando indicadores de PTF. Os autores desses trabalhos, conhecendo os limites dos indicadores parciais de produtividade, tentam apresentar um tratamento mais adequado à questão de mensuração da produtividade. Estes trabalhos serão analisados no próximo item.

2.3.3 ABORDAGENS NACIONAIS SOBRE A PRODUTIVIDADE CONSIDERANDO INDICADORES PTF

Os estudos relacionados à produtividade, que consideram a PTF, apresentam resultados mais próximos da realidade. Recentemente, alguns estudos nesse sentido vêm sendo desenvolvidos visando a análise das alterações da produtividade da agropecuária brasileira. Dentre estes, pode-se destacar o trabalho de Ávila e Evensom (1994), que tinha como objetivo analisar as mudanças da produtividade na agropecuária brasileira durante o período de 1970 a 1985. Os autores também pretendiam avaliar o papel da pesquisa agropecuária, principalmente a desenvolvida pelo sistema EMBRAPA,¹⁵ nas alterações de produtividade.

¹⁵ EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Os dados utilizados para a construção dos índices de produtividade foram extraídos dos censos agropecuários do IBGE. A produção considerada na análise foi composta pelos principais produtos da agropecuária brasileira. Os insumos utilizados eram: força de trabalho, fertilizantes, defensivos agrícolas, área utilizada para produção, tratores, rações, vacinas e medicamentos. Os preços dos produtos e dos insumos foram coletados dos Censos e de outras fontes secundárias, como a Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Os índices de produtividade (PTF) foram construídos com base no índice de Tornqvist, o qual, como mencionado, no terceiro capítulo, requer, em seu cálculo, a utilização do preço de insumos e produtos como fator homogeneizador.

A taxa anual de crescimento da PTF encontrada foi de 2,45%, para o período de 1970 a 1985. A partir desta taxa, os autores relacionam o crescimento da produtividade com a pesquisa agropecuária, principalmente a gerada pelo sistema EMBRAPA. Desta forma, pretendia-se averiguar se os aumentos de produtividade poderiam ser explicados pelo desenvolvimento das pesquisas. Os resultados demonstram que a pesquisa contribuiu para o crescimento da PTF.

Como destacado por Gasques e Conceição (1997) os trabalhos que consideram a produtividade total dos fatores, ao invés da produtividade parcial, tendem a apresentar resultados muito mais próximos da realidade. Entretanto, é importante observar que o índice de PTF, utilizado pelos autores, também apresenta certas limitações, como a necessidade de utilização de preços dos produtos e insumos e o não detalhamento das causas das mudanças de produtividade.

No caso da utilização dos preços como fator do cálculo do índice de produtividade, a análise pode ser prejudicada de algumas formas. Uma acontece quando está se estudando uma série temporal e o objeto de estudo, no caso, a agropecuária brasileira, passou por sérios problemas inflacionários no período da análise. Nesse caso, como comentam Kageyama e Hoffmann (1984), as elevadas taxas de inflação deixam os resultados extremamente sensíveis à escolha de um deflator. Os autores fazem a seguinte colocação:

“ Assim, por exemplo, poderíamos concluir alternativamente que o valor agregado da agricultura brasileira entre 1975 e 1980 decresceu 3,9%, se adotarmos os dados dos Censos deflacionados pelo Índice de Preços Recebidos pelos Agricultores (da FGV), ou cresceu 25,0%, se

nos reportamos aos dados das Contas Nacionais, sem que, em primeira instância, tenhamos razões objetivas e fortes para rejeitar um ou outro resultado,(Kageyama e Hoffmann, p. 242, 1984)”.

Deste modo, a simples mudança da fonte de preço, ou dos deflatores utilizados, pode interferir no resultado da análise.

Outro problema relacionado à utilização de preços está ligado a fatores conjunturais da economia. Como foi definido, a produtividade é uma relação produto/insumo, ou seja, uma relação física. No caso da utilização dos preços dos insumos e produtos, a análise de produtividade pode sofrer a influência de fatores econômicos. Por exemplo, uma desvalorização cambial poderia representar um aumento do valor dos produtos relacionados ao mercado externo, fato este que poderia repercutir em aumento de produtividade sem que exista um real crescimento da relação produto/insumo. Tendo que um fato econômico, desvalorização cambial, representaria um aumento do valor total da produção em moeda nacional e, conseqüentemente, como se está considerando o valor produção pelo valor dos insumos utilizados, haveria um crescimento do índice de produtividade, *ceteris paribus*. Este fato não pode ser corrigido por uma simples correção de preços.

Outra limitação dos indicadores de PTF utilizados pelos autores reside no fato de que a produtividade, como salientado no terceiro capítulo, é influenciada por fatores como a evolução tecnológica e as mudanças no indicador de eficiência. Desta forma, a pesquisa agropecuária vem a contribuir, principalmente, para as alterações de tecnologia de produção. Tendo os autores do trabalho estas informações à disposição, eles poderiam detalhar mais a análise, relacionando o papel das pesquisas nas mudanças de tecnologia. O indicador de produtividade utilizado não apresentava a possibilidade de desmembramento das mudanças de produtividade em mudanças tecnológica e alterações no indicador de eficiência.

Outro trabalho que analisou a evolução da produtividade da agropecuária brasileira, considerando a produtividade total dos fatores, foi o de Gasques e Conceição (1997). Os autores o iniciam destacando a importância do tema e a pequena quantidade de trabalhos direcionados à questão. Na sequência, eles criticam os indicadores parciais de produtividade e ressaltam o objetivo de avaliar a evolução da produtividade total dos fatores da agropecuária brasileira, no período de 1976 –

1994. Neste trabalho também foram desenvolvidos os indicadores parciais da terra e do trabalho.

O produto utilizado na análise foi obtido através da agregação das lavouras, temporária e permanente, e dos produtos de origem animal. Os dados foram conseguidos junto às publicações Produção Agrícola Municipal (PAM) e Produção Pecuária Municipal (PPM) do IBGE, sendo que os preços dos produtos foram obtidos junto ao IBGE e à FGV. Os insumos considerados na análise foram mão-de-obra, máquinas e terra, e os insumos intermediários: fertilizantes e defensivos. A agregação dos insumos e produtos, ocorre por intermédio dos preços das variáveis. Todos os dados foram obtidos com periodicidade anual.

A metodologia utilizada para o cálculo dos indicadores de produtividade total dos fatores foi a mesma utilizada por Ávila e Evenson (1994), ou seja, os autores basearam seus indicadores no índice de Tornqvist.

Os índices médios de crescimento da PTF, exibidos pela análise, foram de 4,5% a.a., entre 1976 e 1985, e de 3,11% a.a., entre 1986 e 1994. O período de 1976 a 1994 apresentou a taxa média de 3,88% a.a., segundo os autores.

Os autores, diante dos resultados, demonstram certo grau de preocupação com a tendência de crescimento a taxas decrescentes, que foi apresentada pela agropecuária brasileira, pois, segundo eles, essa queda pode ocorrer em função da redução do crescimento do progresso tecnológico na agropecuária, o que é preocupante devido a mesma ainda não se encontrar em um patamar elevado de utilização de tecnologias.

Como destacado há pouco, na análise do trabalho anterior, apesar dos indicadores de PTF, utilizados pelos autores, apresentarem resultados mais consistentes que os indicadores de PPF, ainda persistem os problemas relacionados à utilização de preços dos produtos e insumos. O não conhecimento das causas das mudanças de produtividade também se faz presente neste trabalho, sendo que os autores atribuem as causas do aumento de produtividade, pura e exclusivamente, ao progresso técnico, “mesmo sem saber se este existe”. E como se mencionou, a mudança no indicador de eficiência também pode interferir no crescimento da produtividade.

Os problemas relacionados ao estabelecimento de preços de certas variáveis da análise também ficam evidentes. No caso da mão-de-obra, o custo ou preço foi obtido pela multiplicação do ponto médio de cada classe de rendimento pelo número de pessoas ocupadas na classe de rendimentos. Essa, conforme os autores, foi a forma mais viável de cálculo do preço da mão-de-obra, frente à dificuldade de obtenção de informações. O fator terra foi composto pela área de lavouras temporária e permanente, sendo as informações encontradas na PAM. A obtenção do preço da terra se deu pela utilização do preço médio dos arrendamentos de terra para a lavoura, publicado pela FGV. As terras utilizadas pela pecuária não foram consideradas devido à pequena quantidade de informações disponíveis.

As informações relativas ao preço das máquinas também apresentaram dificuldades de quantificação. A alternativa encontrada pelos autores foi utilizar as informações sobre o faturamento líquido definido pela Associação Nacional de Veículos Automotores (ANFAVEA) como sendo a soma das vendas de máquinas e peças de reposição. A quantidade de máquinas, por sua vez, refere-se ao número de unidades vendidas, obtidas na mesma fonte. Os insumos fertilizantes e defensivos têm seus preços facilmente encontrados no mercado.

Como se observou, é evidente a dificuldade de obtenção dos preços de insumos importantes para a análise. Fato que pode levar a sérias distorções nos resultados, já que os pesos das variáveis que são obtidos através dos preços podem não estar sendo representados da melhor forma. A análise também perde em qualidade quando insumos importantes, como a área destinada à pastagem, não podem ser considerados devido à falta de informações. Pereira et al (1998a) e Pereira et al (1998b) iniciaram um trabalho visando minimizar estes problemas.

A produtividade da agropecuária brasileira foi analisada somente no âmbito nacional. Seria interessante que existissem resultados desagregados relativos aos Estados e regiões. Desta forma, seria possível verificar se houveram diferenças de crescimento da produtividade entre Estados e regiões, consequentemente, auxiliando as políticas para sanar as possíveis distorções regionais existentes.

É interessante salientar que os trabalhos apresentados utilizaram indicadores de PTF, trabalhando com um agregado de produtos e um agregado de insumos, tendo o fator preço como homogeneizador. Entretanto, era impossível usar mais de um

insumo ou mais de um agregado de insumos, ou ainda utilizar mais de um produto ou mais de um agregado de produtos, mesmo tendo os preços como ponderador. Fato este que poderia melhorar os resultados da análise, pois poderiam ser utilizados agregados de produtos ou insumos similares.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi apresentada uma síntese da evolução histórica da agropecuária brasileira, bem como a sua importância para a economia brasileira. Destacou-se ainda o seu processo de modernização. Posteriormente, foram exibidos os estudos relacionados à produtividade e ao setor agropecuário e as limitações apresentadas por estes.

No próximo capítulo serão apresentadas as considerações teóricas sobre produtividade e evolução tecnológica e ainda as formas de quantificação destas questões.

CAPÍTULO III

FRONTEIRA DE PRODUÇÃO TECNOLÓGICA

No segundo capítulo foi realizada uma caracterização histórica sobre a agropecuária brasileira, sendo dada ênfase ao processo de modernização. Este capítulo apresenta, em primeiro lugar, os fundamentos relacionados à tecnologia múltipla de produção, posteriormente são tratadas as formas para a mensuração da produtividade total dos fatores, dando ênfase ao índice de Malmquist. Por último, são realizadas algumas considerações. Como os conceitos envolvidos no trabalho têm um sentido multidimensional de produtos e insumos, não serão adotados textos convencionais de microeconomia, como Intriligator (1978) e Ferguson (1992), pois as notações utilizadas por estes autores não representam, perfeitamente, estes conceitos. Os textos adotados no trabalho para caracterizar tecnologia múltipla de produção e produtividade total dos fatores estão mais relacionados aos trabalhos de Färe et al (1994) e Fried et al (1993), que apresentam um tratamento adequado ao assunto.

3.1 TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO

A tecnologia de produção representa ou define o conjunto de possibilidades de produção, ou seja, a transformação de insumos em produtos. Tal definição leva em consideração as características da tecnologia como retornos de escala e disponibilidade ou descartabilidade de insumos e produtos. Considerando estes fatores, têm-se diferentes formas de definição das tecnologias, ou, mais especificamente, existem várias possibilidades pelas quais os produtores podem ser avaliados, em relação às tecnologias. Estas características serão apresentadas a seguir.

3.1.1 TECNOLOGIA MÚLTIPLA DE PRODUÇÃO

A tecnologia de produção expressa a forma pela qual os insumos $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N) \in R_+^N = \{x : x \in R_+^N, x \geq 0\}$ são transformados em produtos $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_M) \in R_+^M$. Esta transformação pode ser representada de três formas conforme

Färe et al (1994): através da correspondência de produtos P , da correspondência de insumos I e do grafo da tecnologia GF .

A correspondência de produtos pode ser representada por

$$P: \mathbb{R}_+^N \rightarrow 2 \mathbb{R}_+^M \quad (3.1.1)$$

Em palavras, pode-se dizer que os insumos $x \in \mathbb{R}_+^N$ são projetados em subconjuntos de $P(x) \subseteq \mathbb{R}_+^M$ de produtos. Desta forma, o conjunto de produção é representado por $P(x)$ que denota todos os vetores de produtos $y \in \mathbb{R}_+^M$ que podem ser obtidos através do vetor de insumos $x \in \mathbb{R}_+^N$. O gráfico da figura 3.1 representa o conjunto de produtos.

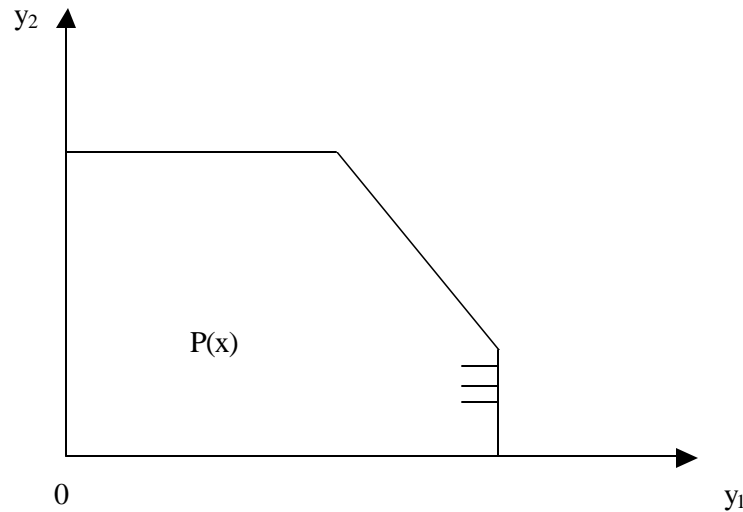


Figura 3.1 Gráfico da representação do conjunto de produtos

A correspondência de insumos pode ser representada por

$$I: \mathbb{R}_+^M \rightarrow 2 \mathbb{R}_+^N \quad (3.1.2)$$

onde os produtos $y \in \mathbb{R}_+^M$ são projetados em subconjuntos $I(y) \subseteq \mathbb{R}_+^N$ de insumos. Então, $I(y)$, chamado conjunto de insumos, denota todos os vetores de $x \in \mathbb{R}_+^N$, que produzem no mínimo o vetor de produtos $y \in \mathbb{R}_+^M$. O gráfico da figura 3.2 representa o conjunto de insumos.

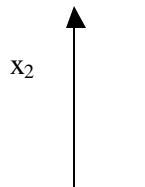


Figura 3.2 Gráfico da representação do conjunto de insumos

Correspondências entre os insumos e produtos também podem ser obtidas através de relacionamentos entre eles, como:

$$I(y) = \{x : y \in P(x)\} \quad (3.1.3)$$

e

$$P(x) = \{y : x \in I(y)\}. \quad (3.1.4)$$

Deste modo, pode-se observar que um vetor insumo-produto só será viável se $x \in I(y)$ ou de forma equivalente se $y \in P(x)$. A representação de todos os vetores viáveis de insumo-produto pode ser realizada através do Grafo da tecnologia

$$GF = \{(x, y) \in \mathbb{R}_+^{N+M} : y \in P(x), x \in \mathbb{R}_+^N\} \quad (3.1.5)$$

ou

$$GF = \{(x, y) \in \mathbb{R}_+^{N+M} : x \in I(y), y \in \mathbb{R}_+^M\}. \quad (3.1.6)$$

O grafo é obtido ou pela correspondência de insumo, ou pela correspondência de produto. O inverso também é verdadeiro, ou seja, as correspondências de produto e de insumo podem ser derivadas do grafo da tecnologia, como é apresentado nas equações 3.1.7 e 3.1.8.

$$P(x) = \{y : (x, y) \in GF\} \quad (3.1.7)$$

e

$$I(y) = \{x : (x, y) \in GF\}. \quad (3.1.8)$$

Pode-se observar no gráfico da figura 3.3 os três conceitos relacionados, isto é, o conjunto de insumos, o conjunto de produtos e o grafo da tecnologia.

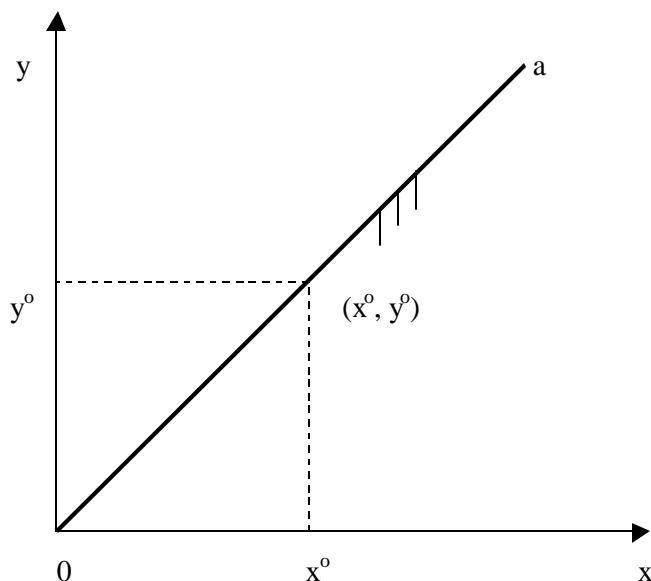


Figura 3.3 Gráfico do relacionamento entre conjunto de insumos, conjunto de produtos e do grafo da tecnologia de produção

A área limitada pelo eixo x e pela semi-reta (0_a) expressa o grafo da tecnologia. No caso do gráfico da figura 3.3, ainda pode-se observar o conjunto de produtos $P(x^0) = [0, y^0]$ e o conjunto de insumos $I(y^0) = [x^0, +\infty]$. Todo este relacionamento entre P , I e GF pode ser sintetizado em $y \in P(x) \Leftrightarrow x \in I(y) \Leftrightarrow (x, y) \in GF$. É interessante destacar que apesar do conjunto de insumos, do conjunto de produtos e do grafo partilharem da mesma tecnologia de produção, eles enfatizam diferentes aspectos. No caso do conjunto de insumos, é tratada a questão da substituição de insumos. Já o conjunto de produtos aborda a substituição de produtos. O grafo da tecnologia engloba ambos, substituição de insumos e substituição de produtos e ainda modela transformação insumo-produto¹⁶.

Após apresentadas as formas de representação da tecnologia, passa-se a expor algumas características que podem ser inerentes às tecnologias. Estas características, que serão destacadas, estão relacionadas a rendimentos de escala e à descartabilidade.

3.1.2 RETORNOS DE ESCALA

Este tópico visa introduzir os conceitos relacionados à escala de produção. Este fato é importante porque muitas atividades podem mudar conforme a escala de produção e, conseqüentemente, alterar a fronteira de produção a qual as observações interiores serão comparadas¹⁷.

Os retornos de escala serão caracterizados, neste trabalho, como: constantes, não-crescentes e não-decrescentes. Para cada tipo de retorno de escala tem-se uma fronteira diferente. Seguindo Färe et al (1994), utilizou-se grafo para expressar os retornos de escala. Uma vez que o grafo expressa a transformação insumo-produto, pode-se dizer que a tecnologia exibe retorno de escala constante (REC) se $\beta GF = GF$, $\beta > 0$. O gráfico da figura 3.4 expressa esta relação. De modo análogo, pode-se dizer que a tecnologia tem retornos constantes de escala, se e somente se $[\beta GF = GF] \Leftrightarrow [P(\beta x) = \beta P(x)] \Leftrightarrow [\beta I(y) = I(\beta y)]$.

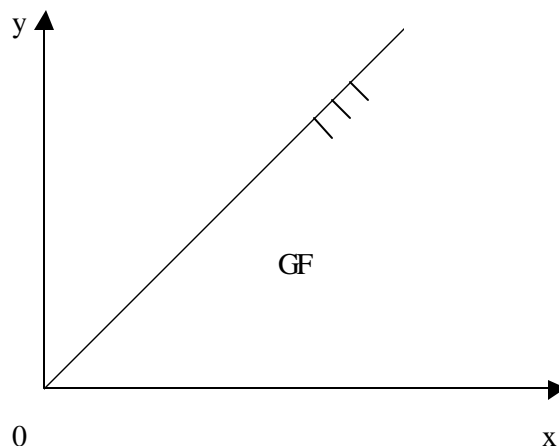


Figura 3.4 Gráfico da representação de retornos constantes de escala

A tecnologia exibir retornos não-crescentes de escala se $\omega GF \subseteq GF$, $0 < \omega \leq 1$, ou de forma análoga, se $GF \subseteq \phi GF$, $\phi \geq 1$. O gráfico da figura 3.5 expressa este relacionamento. Ainda pode-se observar que a tecnologia exibi retornos não-

¹⁶ Uma característica comum às três formas de representação (conjunto de insumos, o conjunto de produtos e o grafo) é a utilização de quantidades tanto de insumos como de produtos para representarem a tecnologia.

¹⁷ A questão de comparação será apresentada em conjunto com o índice de Malmquist

crescentes de escala se e somente se $[GF \subseteq \omega GF] \Leftrightarrow [P(\omega x) \subseteq \omega P(x)] \Leftrightarrow [I(\omega y) \subseteq \omega I(y)]$.

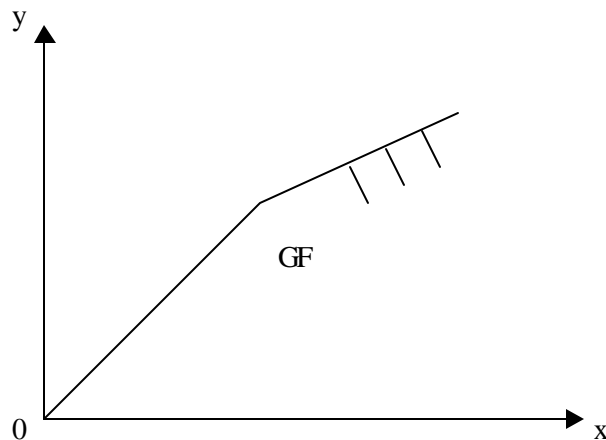


Figura 3.5 Gráfico da representação de retornos decrescentes de escala

Por fim, considera-se que a tecnologia pode exibir retorno não-decrescentes de escala se $\lambda GF \subseteq GF$, $\lambda \geq 1$ ou de modo similar se $GF \subseteq \delta GF$, $0 < \delta \leq 1$.

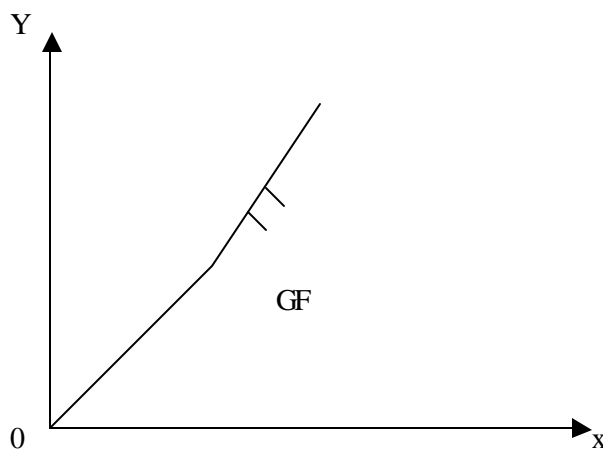


Figura 3.6 Gráfico da representação de retornos crescentes de escala

Ainda pode-se demonstrar que a tecnologia só exibe retorno não-decrescente de escala se e somente se $[\lambda GF \subseteq GF] \Leftrightarrow [\lambda P(x) \subseteq P(\lambda x)] \Leftrightarrow [\lambda I(y) \subseteq I(\lambda y)]$. Desta forma, com o auxílio de grafos, foram apresentadas as características das tecnologias com relação a escala de produção. No próximo tópico inicia-se a exposição relativa à descartabilidade.

3.1.3 DESCARTABILIDADE

Neste tópico do trabalho é inserido o conceito de descartabilidade e a associação deste com a tecnologia de produção de acordo com Färe et al (1994), o custo produtivo de descartar pode ser dividido em dois tipos de descartabilidade relevantes: a forte e a fraca. A forte descartabilidade está relacionada à possibilidade de dispor de objetos, no caso insumos ou produtos, sem custo produtivo. Já na fraca descartabilidade, o descarte de objetos, no caso insumos e produtos, está vinculado a um custo produtivo.

Forte descartabilidade também pode ser denominada de livre descarte ou livre disponibilidade. Para Varian (1994), existe livre descarte quando é possível alcançar um determinado nível de produção com uma determinada quantidade de insumos e utilizando-se mais de pelo menos um insumo, seria possível alcançar no mínimo o que era produzido anteriormente.

A apresentação de descartabilidades forte e fraca será feita utilizando o conjunto de insumos e o conjunto de produtos introduzidos na representação da tecnologia.

Assim sendo, tendo o conjunto de insumos $I(y)$, pode-se mostrar que $I(y)$ possui fraca descartabilidade se $\eta \in I(y) \subseteq \mathbb{R}_+^N$, $0 \notin I(y)$, e $\phi\eta \in I(y)$, $\phi \geq 1$. Por outro lado, $I(y)$ exibe forte disponibilidade se e $\eta \in I(y)$ e $\eta' \geq \eta \Rightarrow \eta' \in I(y)$.

Para facilitar a compreensão de descartabilidades forte e fraca de insumos, apresenta-se o gráfico da figura 3.7, onde dois insumos x_1 e x_2 são usados para produzir um produto. Como pode-se observar, um deslocamento de x_1 do ponto 2 para o ponto 3 acarreta uma redução no produto quando x_2 é mantido fixo. Para o produto permanecer constante, seria necessário aumentar o consumo de x_2 do ponto 2 para o ponto 4, por exemplo. Então o insumo x_1 possui descarte fraco, pois alterações deste implicam em custo. Por outro lado, partindo do ponto 1, pode-se verificar que o insumo x_2 apresenta forte disponibilidade pelo fato de aumentos em x_2 não acarretarem custo, seja em queda no produto ou aumento no consumo de x_1 . A utilização do espaço bidimensional foi feita para facilitar a compreensão, entretanto o raciocínio é o mesmo para o espaço n-dimensional.

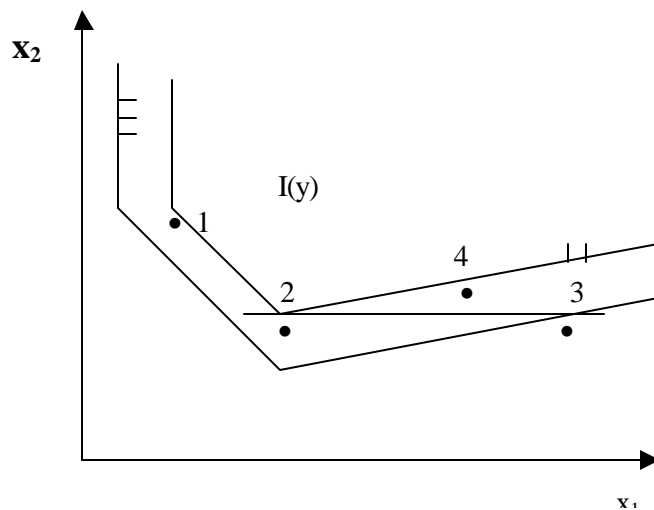


Figura 3.7 Descartabilidades forte e fraca de insumos

Os produtos também podem ter descartabilidades forte e fraca. O conjunto de produção terá descartabilidade fraca, se $p \in P(x) \subseteq \mathbb{R}_+^M$, $P(x) \neq \{0\}$, e $\gamma p \in P(x)$, $0 < \gamma \leq 1$. A forte descartabilidade de produtos será observada quando $p \in P(x)$ e $0 \leq p' \leq p \Rightarrow p' \in P(x)$. O gráfico da figura 3.8 traz a representação de forte descartabilidade de insumos e produtos.

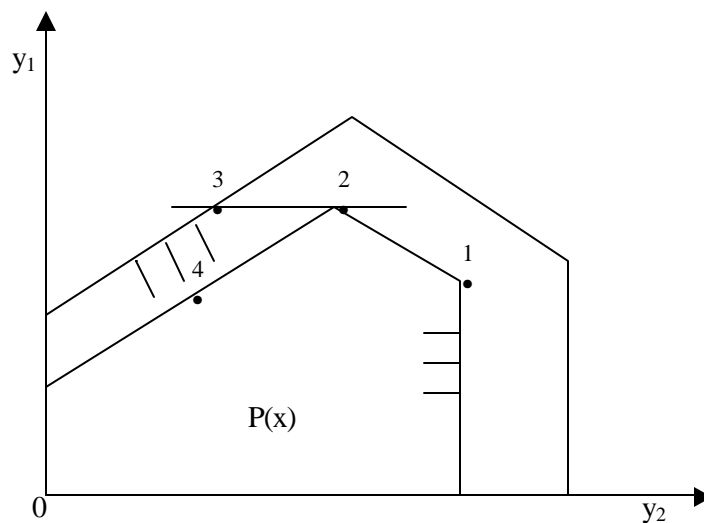


Figura 3.8 Representação das descartabilidades forte e fraca de produtos

No gráfico da figura 3.8, os produtos y_1 e y_2 são obtidos através da utilização de quantidade de um insumo x . Pode-se observar que alterações na quantidade do

produto y_2 realizadas a partir do ponto 2 requerem ou uma redução no produto y_1 , por exemplo 2_4, ou um acréscimo no insumo x , como de 2_3. Desta forma pode-se inferir que o produto y_2 possui fraca descartabilidade, pois existe um custo na disponibilização deste. Já o produto y_1 , quando parte-se do ponto 1, verificar que reduções neste não acarretam em queda de y_2 ou em aumento do insumo x . Então y é livremente disponível, já que reduções deste não implicam em custo.

A tecnologia caracterizada por forte descartabilidade é mais abrangente e envolve a fraca descartabilidade, ou seja, a tecnologia caracterizada pela fraca descartabilidade é mais restrita do que a tecnologia caracterizada pela forte descartabilidade.

3.2 MUDANÇA DE PRODUTIVIDADE

O principal foco deste tópico é o de discorrer sobre como a produtividade pode mudar ao longo do tempo. O conceito de produtividade utilizado, para tratar da questão de mudança, está relacionado à produtividade total dos fatores (PTF), que corresponde à produção ou índice de produtos dividido pelos insumos ou um índice de insumos utilizados (Grosskopf apud Fried et al 1993). Uma mudança nesta relação significa que a produtividade total dos fatores também está mudando. Mais especificamente, um aumento na relação produto-insumo, no tempo, corresponde a um aumento na produtividade total dos fatores, uma queda corresponderia à deterioração. De fato, a produtividade total dos fatores é uma generalização da medida de produtividade parcial dos fatores, como, por exemplo, a produtividade da terra ou da mão-de-obra, porém com a vantagem de expressar resultados mais acurados, quando são analisados ambientes complexos, pois considera todas ou as principais variáveis do processo produtivo.

Para efeito de demonstração da mudança de produtividade, apresenta-se o caso de dois períodos de tempo t e $t+1$. Os produtos para cada período são denotados por y^t e y^{t+1} e os insumos utilizados por x^t e x^{t+1} . A tecnologia de transformação, para cada período de tempo, dos insumos $x^t \in \mathbb{R}_+^N$ em produtos $y^t \in \mathbb{R}_+$, pode ser representada pelo grafo GF^t como

$$GF^t = \{(x^t, y^t) : x^t \text{ pode produzir } y^t\}$$

e similarmente

(3.2.1)

$$GF^{t+1} = \{(x^{t+1}, y^{t+1}) : x^{t+1} \text{ pode produzir } y^{t+1}\}.$$

Estas relações descrevem todas as possíveis combinações viáveis de pares de insumos-produto em um determinado período de tempo. A generalização da tecnologia também pode ser realizada através de funções de produção, para cada período

$$y^t = \max\{\hat{y}^t : (x^t, \hat{y}^t) \in GF^t\}$$

e similarmente (3.2.2)

$$y^{t+1} = \max\{\hat{y}^{t+1} : (x^{t+1}, \hat{y}^{t+1}) \in GF^{t+1}\}.$$

Assumindo-se que a mudança técnica acarreta uma redução proporcional em todos os insumos e mantendo o conjunto de insumos constante (Fried et al 1993), então as funções de produção podem ser redefinidas como:

$$y^t = T(t) f(x^t)$$

e (3.2.3)

$$y^{t+1} = T(t+1)f(x^{t+1})$$

A estrutura da tecnologia, representada por $f(x)$ e $f(x^{t+1})$, não se altera com o tempo. Porém, a função de produção pode ser modificada no tempo pelo parâmetro T , que expressa a produtividade média, como será apresentado na sequência.

Seguindo Grosskopf apud Fried et al (1993), define-se produtividade total dos fatores para um período t como sendo a divisão entre a produção e o consumo de insumos em t , que ainda pode ser expresso como:

$$PTF(t) = \frac{y^t}{f(x^t)} = T(t)$$

e similarmente (3.2.4)

$$PTF(t+1) = \frac{y^{t+1}}{f(x^{t+1})} = T(t+1).$$

Como se pode observar, o parâmetro T e a PTF estão relacionados ao produto médio. Com base nestas definições, tem-se que as alterações na produtividade total dos fatores podem ser expressas como:

$$\frac{PTF(t+1)}{PTF(t)} = \frac{y^{t+1}/f(x^{t+1})}{y^t/f(x^t)} = \frac{y^{t+1}/y^t}{f(x^{t+1})/f(x^t)} = \frac{T(t+1)}{T(t)}. \quad (3.2.5)$$

Expressando as alterações da PTF, através da razão de funções, tem-se, como resultado, um número índice. Isso é verificado quando se considera o insumo x^t e o produto y^t como sendo um escalar, tem-se $y^t = T(t)x^t$ e $y^{t+1} = T(t+1)x^{t+1}$, o índice de (3.2.5) torna-se $PTF(t+1)/PTF(t) = (y^{t+1}/y^t) / (x^{t+1}/x^t)$, que é de fato um número índice, muito simples, da produtividade total dos fatores.

Para facilitar a compreensão, apresenta-se o gráfico da figura 3.9, onde um produto y é obtido por um insumo x , com rendimentos constantes de escala. Duas observações estão na fronteira (x^t, y^t) e (x^{t+1}, y^{t+1}) , em seus respectivos períodos, GF^t e GF^{t+1} . Como estas observações estão na fronteira de produção, elas são tecnicamente eficientes no sentido de Farrell (1957), pois é impossível produzir mais gastando menos naquele momento de tempo. A produtividade média em cada período é dada pelos parâmetros $T(t+1)$ e $T(t)$, que também determinam a inclinação da fronteira de produção. A mudança de produtividade pode ser obtida pela razão entre a inclinação da fronteira de produção $t+1$ pela inclinação da fronteira t . Desta forma, fica evidente que as alterações no produto médio representam as mudanças de produtividade.

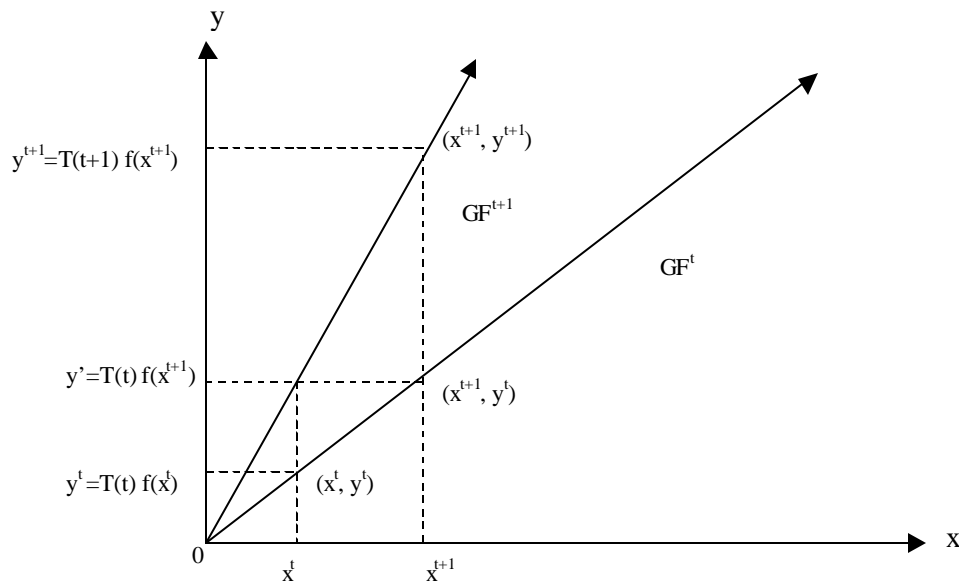


Figura 3.9 Gráfico da representação de mudança de produtividade considerando eficiência técnica

Observando o gráfico da figura 3.9, ainda se pode notar que o crescimento da produtividade total dos fatores está relacionado à taxa de crescimento do(s) produto(s) $(y^{t+1}-y^t)/y^t$, menos a taxa de crescimento do(s) insumo(s) $(x^{t+1}-x^t)/x^t$. Considerando o eixo vertical (y), a mudança no uso dos insumos, em termos de percentagem, é expressa por $(y'-y^t)/y^t$ e o crescimento do produto como definido a pouco $(y^{t+1}-y^t)/y^t$. Então, o crescimento da produtividade pode ser representado por $(y^{t+1}-y')/y'$, ou seja, quanto se está produzindo a mais com o novo nível de insumo utilizado. Esta representação de mudança de produtividade é correspondente à definição de Jorgenson e Griliches apud Fried et al (1993).

Ainda é interessante observar que, no caso apresentado, onde as observações estão na fronteira de produção, isto é, não existe ineficiência técnica, a mudança de produtividade é igual à mudança tecnológica. Na sequência, supõe-se que as observações não estão na fronteira, ou seja, existe ineficiência técnica no sentido de Farrell (1957).

O gráfico da figura 3.10 ilustra a situação na qual as observações (x^t, y^t) e (x^{t+1}, y^{t+1}) não estão na fronteira dos seus respectivos períodos de tempo. Na realidade, existe uma diferença entre o produto potencial máximo e o produto observado em ambos períodos de tempo. Esta desigualdade pode se expressa por:

$$y^t < T(t)f(x^t)$$

$$\text{e similarmente} \quad (3.2.6)$$

$$y^{t+1} < T(t+1)f(x^{t+1}).$$

Para corrigir esta diferença, é necessário trazer o produto observado para a fronteira tecnológica de seu respectivo período de tempo. O que se faz na realidade é corrigir a ineficiência técnica apresentada pela observação que não se encontra na fronteira. Para realizar tal correção pode-se usar a função de distância produto de Shephard (1970) apud Fried et al (1993), que é definida como:

$$D_o^t(x^t, y^t) = \min\{q : (x^t, y^t/q) \in GF^t\}$$

$$\text{e similarmente} \quad (3.2.7)$$

$$D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \min\{q : (x^{t+1}, y^{t+1}/q) \in GF^{t+1}\}.$$

Estas funções distância caracterizam tecnologia de múltiplos produtos e são iguais ao inverso da medida de eficiência técnica orientação produto de Farrell (1957). As funções ainda serão tratadas na sequência do capítulo.

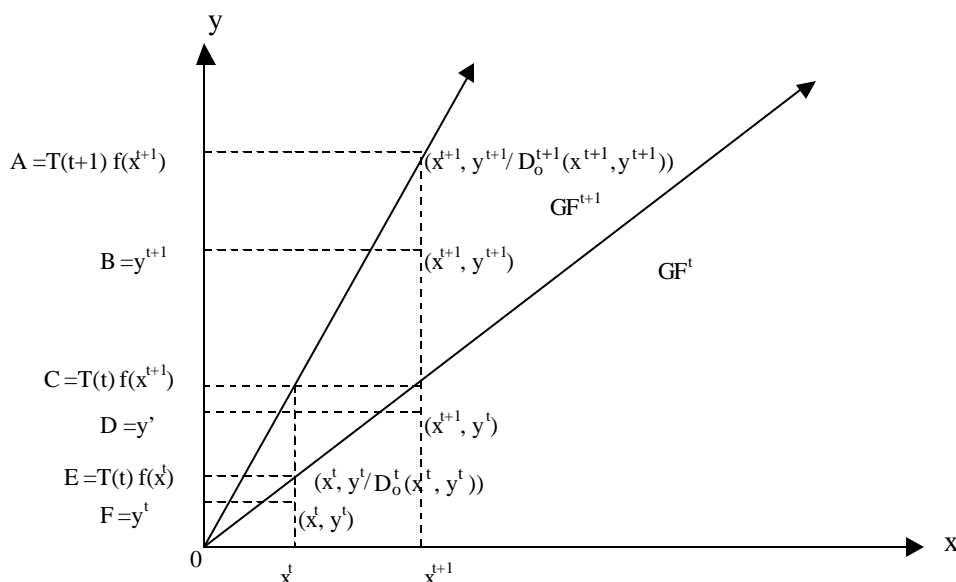


Figura 3.10 Gráfico da representação de mudança de produtividade na presença de ineficiência técnica

Observando o gráfico da figura 3.10, é verificado que o máximo produto viável, no período t , é alcançado direcionando a observação, tanto quanto possível, no sentido da fronteira de seu período, que, em termos de distância do eixo y , pode ser representada por $D_o^t(x^t, y^t) = OF/OE$. Como, no caso, o produto observado é menor que o produto potencial, então o valor da função distância produto será menor que 1 ($D_o^t(x^t, y^t) < 1$). O valor da função de distância será igual a um somente no caso da não existência de ineficiência técnica, ou seja, quando as unidades estão na fronteira. Assim sendo, o deslocamento da unidade no sentido da fronteira só é possível na presença de ineficiência técnica. O mesmo raciocínio pode ser realizado com relação à observação no período $t+1$, sendo que a distância desta em relação à fronteira de seu período pode ser representada por $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = OB/OA$.

A função de distância ainda pode ser referida em termos de função de produção da seguinte forma:

$$D_o^t(x^t, y^t) = \min\{q : y^t/q \leq T(t)f(x^t)\} = \frac{y^t}{T(t)f(x^t)}$$

e similarmente (3.2.8)

$$D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = \min\{q : y^{t+1}/q \leq T(t+1)f(x^{t+1})\} = \frac{y^{t+1}}{T(t+1)f(x^{t+1})}.$$

Considerando as representações de 3.2.8, o máximo produto potencial para o ano t é:

$$\frac{y^t}{D_o^t(x^t, y^t)} = T(t)f(x^t) \quad (3.2.9)$$

e para o ano $t+1$ é:

$$\frac{y^{t+1}}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} = T(t+1)f(x^{t+1}) \quad (3.2.10)$$

A consideração de produção máxima expressa por (3.2.9) e (3.2.10) é reafirmada quando se compara o lado direito destas com as funções de produção (3.2.3), as quais, de acordo com a definição de função de produção, representam o máximo produto viável. Como já destacado, as funções de distância são o inverso da medida Farrell de eficiência orientação produto. Desta forma, o lado esquerdo de (3.2.9) e (3.2.10) pode ser interpretado como produto corrigido por alguma ineficiência técnica. Ainda é interessante frisar que se o valor da função de distância for igual à unidade, o valor do produto não sofrerá alteração, pois a observação estaria na fronteira.

Continuando a definir produtividade total dos fatores como a razão do produto por insumo usado, pode extrair de (3.2.9)

$$PTF(t) = \frac{y^t}{f(x^t)} = T(t)D_o^t(x^t, y^t)$$

E similarmente para (3.2.10) (3.2.11)

$$PTF(t+1) = \frac{y^{t+1}}{f(x^{t+1})} = T(t+1)D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$$

E o crescimento da produtividade total dos fatores pode ser expresso por:

$$\begin{aligned}
\frac{PTF(t+1)}{PTF(t)} &= \frac{y^{t+1}/f(x^{t+1})}{y^t/f(x^t)} = \frac{T(t+1)D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{T(t)D_o^t(x^t, y^t)} \\
&= \frac{T(t+1)}{T(t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \quad (3.2.12)
\end{aligned}$$

Como se pode observar em (3.2.12), a mudança de produtividade não passa a ser expressa apenas pelo progresso técnico ou mudança de fronteira, como apresentado em (3.2.5). A representação baseada em (3.2.12) desmembra as mudanças de produtividade em mudanças na fronteira representadas por $T(t+1)/T(t)$ e mudanças no indicador de eficiência ou deslocamento das observações em relação à fronteira entre t e $t+1$, capturadas por $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_o^t(x^t, y^t)$.

Contextualizando o exposto em termos do gráfico da figura 3.10, observa-se que a razão $T(t+1)/T(t)$, como anteriormente, representa a mudança na inclinação da fronteira entre os dois períodos. Em outras palavras, $T(t+1)/T(t)$ mensura a mudança técnica da fronteira entre os dois períodos. Deslocamentos da fronteira para cima repercutirão em ganhos de produtividade, deslocamentos para baixo repercutirão em queda na produtividade.

Ainda com relação à figura 3.10, pode-se inferir que a razão das funções distância $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_o^t(x^t, y^t)$ está relacionada à mudança da observação em relação à fronteira no tempo. No caso, $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ representa a distância de y^{t+1} para $T(t+1)f(x^{t+1})$ e $D_o^t(x^t, y^t)$ de y^t para $T(t)f(x^t)$. Em termos de distância ao longo do eixo y tem-se $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = OF/OE$ e $D_o^t(x^t, y^t) = OB/OA$, respectivamente. Desta forma, observa-se claramente que a razão das duas funções distância representa a mudança no indicador de eficiência das observações em relação ao tempo, ou, em outras palavras, o deslocamento das observações em relação à fronteira tecnológica, no tempo. Se a observação estiver na fronteira no período t e permanecer em $t+1$, não existirá ganhos de produtividade, ou, se existirem, estes serão atribuídos ao progresso técnico. Por outro lado, se a observação não estiver na fronteira e existir uma aproximação em relação à fronteira entre t e $t+1$, este fato

repercutirá em ganho de produtividade. O inverso, ou seja, o distanciamento, resultará em queda na produtividade.

Após o exposto fica evidente que a produtividade pode ser influenciada pelo progresso técnico e pela mudança no indicador de eficiência ou deslocamento da unidade em relação à fronteira no tempo. Ainda se pode observar que estes dois componentes da mudança de produtividade podem agir em sentidos opostos, anulando um ao outro, ou, no mesmo sentido, somado um ao outro. De outra forma, ganhos de produtividade proporcionados pelo progresso técnico podem ser anulados pelo componente eficiência, ou vice-versa, ou ainda o progresso técnico pode ser corroborado pelo aumento no indicador de eficiência, ou do deslocamento da unidade no sentido da fronteira. A equação (3.2.12) retrata esta situação. O índice de Malmquist de produtividade total dos fatores, que será introduzido no decorrer do trabalho, também tem a conotação de distinguir o crescimento da produtividade em deslocamento das unidades em relação à fronteira, ou mudança no indicador de eficiência e progresso técnico.

Na realidade existe uma razão muito significativa no desmembramento das alterações de produtividade em mudança técnica e mudança de eficiência ou deslocamento da unidade em relação à fronteira. Baseando-se em Nishimizu e Page (1982), um dos pioneiros a destacar a importância desta distinção, quando os ganhos de produtividade estão sendo provenientes, principalmente, em função de deslocamentos na fronteira, estão existindo inovações que proporcionam estes deslocamentos. Por outro lado, ganhos de produtividade mais relacionados ao deslocamento das unidades em relação à fronteira são provenientes da difusão das tecnologias ou de fatores conjunturais. Desta forma, a distinção dos resultados se torna muito importante quanto à adoção de políticas, pois, quando não está existindo progresso técnico, é fundamental que se incremente o processo de pesquisa. Por outro lado, quando a evolução está sendo atrasada pelo fator eficiência ou deslocamento das unidades em relação à fronteira, possivelmente estão existindo problemas na difusão das inovações tecnológicas, ou na adequação destas para atendimento das necessidades.

3.3 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

A questão da produtividade é ponto crucial para o desenvolvimento de qualquer sociedade. Desde o início do desenvolvimento da sociedade capitalista até os dias atuais, essa questão vem sendo tratada por estudiosos. Smith 1776 (ed. em português, 1983), em sua obra clássica “A riqueza das nações”, destaca que o aumento da produtividade é de fundamental importância para o crescimento da riqueza da sociedade. De Adam Smith até os dias atuais, a sociedade passou por profundas transformações, a produção ganhou em complexidade, e, como consequência, a mensuração da produtividade tornou-se algo não trivial.

Existem basicamente dois tipos de indicadores de produtividade: os de produtividade parcial dos fatores (PPF) e os de produtividade total dos fatores (PTF). Os indicadores parciais representam o rendimento de um fator de cada vez, sendo, apenas, uma relação entre a produção e a quantidade de um insumo utilizado. O mais tradicional desses indicadores é o volume produzido pela quantidade de mão-de-obra utilizada, ou seja, a produtividade do trabalho. Como exemplo dos indicadores parciais, ainda se pode citar muitos outros, como produção de aço por quantidade de ferro gusa consumido, produção de alumínio por consumo de energia, produção de soja por hectare, dentre outros.

Apesar de ainda serem muito utilizados, os indicadores parciais de produtividade apresentam sérias limitações, pois não consideram os outros fatores ou insumos envolvidos no processo produtivo (Bonelli et al 1994). E no caso de existir uma mudança relativa no uso dos insumos, os indicadores parciais podem gerar informações distorcidas de mudança de produtividade. O gráfico da Figura 3.11 ilustra essa situação.

Pode-se observar, no gráfico da Figura 3.11, duas isoquantas unitárias, em dois momentos diferentes, t e t^1 . Essas isoquantas são tangenciadas por duas retas de isocusto¹⁸. No ponto de tangência das retas de isocusto com as isoquantas está o ponto ótimo de produção, isto é, de menor custo.

O progresso tecnológico deslocou o ponto ótimo de produção de a^t para a^{t+1} , conseqüentemente, alterando a combinação ideal de insumos. Deste modo, o analista

¹⁸ Reta de isocusto apresenta o mesmo custo em toda sua extensão

que estivesse se baseando em indicadores parciais concluiria que: ou a produtividade da mão-de-obra (L) estaria aumentando com grande intensidade; ou que, a produtividade do capital (K) estaria caindo intensamente. Sendo que estas conclusões não refletem a real alteração da produtividade, que, para ser mais precisa, deveria considerar as variações globais nos insumos.

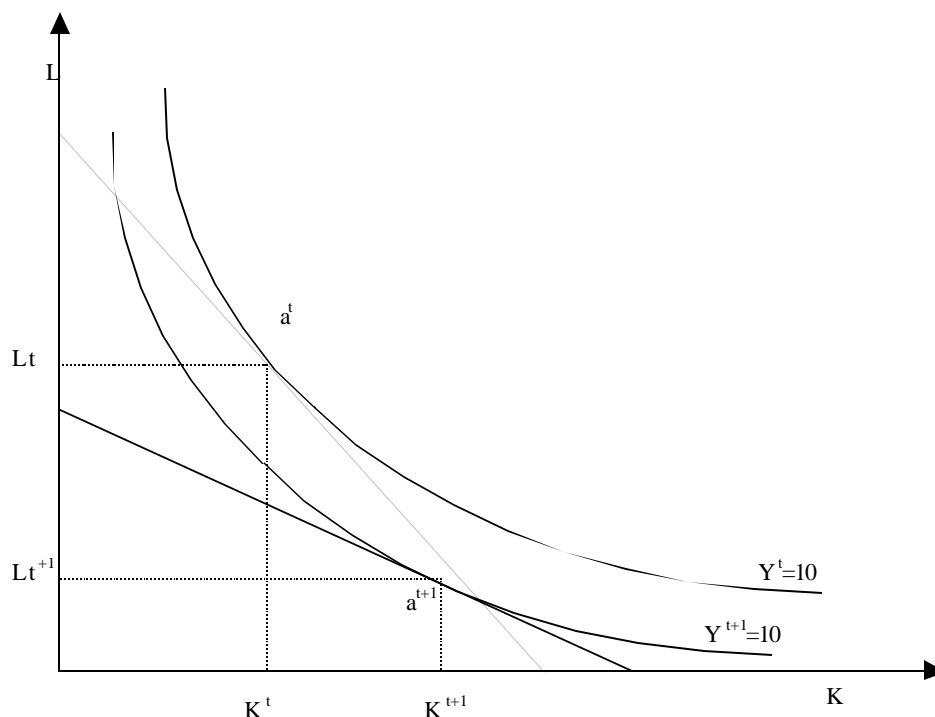


Figura 3.11 Gráfico da combinação ótima de insumos

Partindo destas observações, pode-se inferir que medidas de produtividade devem ter carácter multidimensional, e que medidas unidimensionais, quando utilizadas, fora de uma análise global, podem apresentar resultados enviesados.

Os índices de produtividade total dos fatores (PTF) apresentam potencial de análise reconhecidamente mais significativo. Estes consideram a produção total em função dos principais insumos utilizados.

Um índice de PTF muito utilizado é o índice de Tornqvist, que é derivado de funções de produção, geralmente de formas pouco restritivas do tipo translog e pode ser descrito como a diferença entre a variação da produção e a variação ponderada na utilização dos insumos. Como se pode observar, esse índice trabalha com variações, sendo que as alterações de produto que não podem ser explicadas pelas variações no

uso dos insumos são os ganhos de produtividade. Uma apresentação do índice de Tornqvist foi realizada por Gasques e Conceição (1997), onde os autores apresentam a seguinte formulação geral:

$$\ln(PTF_t / PTF_{t-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln\left(\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}\right)$$

Os termos Y_i e X_j , representam, respectivamente, as quantidades de produtos e de insumos, já S_i e C_j são os preços do produto i e do insumo j .

Essa expressão é utilizada para estimar as variações na PTF. O primeiro termo da expressão se refere ao índice agregado de produtos, e o segundo ao índice agregado de insumos. Quando o índice agregado de insumos cresce mais que o de produtos, existe uma queda da PTF, no caso contrário, existe um aumento. O índice é acumulado com base em um ano.

O índice de PTF apresentado possui algumas limitações. Dentre elas pode-se destacar a utilização do preço dos produtos e dos insumos como fator de ponderação. Esse fato pode trazer sérios prejuízos para a análise, principalmente para avaliações de longos períodos de tempo e em situação de altos níveis inflacionários.

O problema de correção dos preços em análises temporais é levantado por Hofman e Jamas (1990). Segundo os autores, a simples mudança de escolha do índice de correção pode alterar toda análise. Outro problema, é quanto à determinação de preços para certos insumos. Por exemplo, é mais fácil e correto utilizar como variável próxi do capital, o número de cavalos de força (HP) de máquinas disponíveis na agropecuária do que estimar o preço destas máquinas. Guerreiro (1996) destaca que o ideal e o mais correto seria medir a produtividade em termos físicos, em termos de quantidades produzidas por recursos (insumos) utilizados. Mas, conforme o autor, mensurar a produtividade dessa forma é um tanto complexo, devido à heterogeneidade dos insumos e produtos. Desta forma, de acordo com ele, deve-se utilizar o preço como fator comum de agregação.

Entretanto, estas dificuldades apresentadas pelos indicadores descritos podem ser minimizadas com a utilização de outro tipo de índice que analisa a PTF. Este é

conhecido como índice de Malmquist, e vem ganhando muita difusão no exterior e foi pouco aplicado no Brasil, tendo-se conhecimento de apenas um trabalho realizado por Pereira et al (1995) em avaliação de hospitais.

O índice de Malmquist é baseado em funções distância que podem ser obtidas através dos modelos não-paramétricos de Análise de Envoltória de Dados (DEA). Estes modelos permitem trabalhar com quantidades físicas de múltiplos produtos, e quantidades físicas de múltiplos insumos. O índice ainda possibilita a desagregação de mudança da produtividade em mudança técnica ou de tecnologia e mudança no indicador de eficiência. Deste modo, permite que se entenda melhor as causas das alterações da relação produto/insumo. Esse índice é a ferramenta básica empregada na metodologia de análise desse trabalho. Por isso, ele será detalhadamente apresentado na seqüência.

3.4 ÍNDICE DE MALMQUIST

3.4.1. INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE ENVOLTÓRIO DE DADOS (DEA)

Os modelos de Análise de Envoltório de Dados são técnicas empregadas na avaliação de performance, tanto de organizações públicas como de privadas, por exemplo, em bancos ou escolas. Mais recentemente, o uso destas técnicas, em conjunto com o índice de Malmquist, vem sendo empregado para análise de setores, como Farë et al (1995) fizeram no setor de indústrias manufatureiras da economia de Formosa.

Análise de Envoltório de Dados compreende métodos de análise de eficiência baseados na programação matemática, conhecidos como métodos não-paramétricos. Estes métodos englobam e se derivam das técnicas de DEA (Data Envelopment Analysis), iniciadas por Farrel (1957)¹⁹ e ampliadas no final dos anos 70 por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e, posteriormente, por Banker, Charnes e Cooper (1984).

Nesta abordagem, a análise da eficiência produtiva de empresas com múltiplos insumos e produtos parte da idéia de construir uma (híper) superfície limite, de tal modo que as empresas mais eficientes se situem sobre esta superfície (fronteira), enquanto que as menos eficientes se situem internamente. De algum

¹⁹ Norman e Stoker (1991) e Ruggiero (1996) destacam que a idéia de análise de eficiência através de reduções equiproporcionais foi a base para o desenvolvimento dos modelos não-paramétricos de Análise de Envoltório de Dados (DEA)

modo, sobre a superfície de referência, a relação "produtos/insumos" deve ser a maior possível dentre aquelas observadas nas várias empresas. Então, o grau de ineficiência de uma empresa qualquer do conjunto pode ser avaliado como a distância do seu vetor produto/insumo até a superfície de referência.

O modelo básico de DEA pode ser descrito resumidamente como se segue. Para avaliar a eficiência produtiva de um vetor produtos/insumos de uma empresa Q relativo a outros vetores de um conjunto de N empresas, é resolvido um problema de programação fracionária. Este problema tem por objetivo minimizar o quociente entre uma função linear das quantidades insumos utilizadas e uma função linear das quantidades produzidas pela empresa Q, tendo que as empresas usam o vetor de insumos $X \in R_+^N$ (disponíveis) para produzirem o vetor de produtos $Y \in R_+^M$ (viáveis). Está sujeito a restrições de que o mesmo quociente para cada uma das outras empresas deve ser igual ou maior que a unidade. O problema apresentado é de programação fracionária, cuja medida de eficiência é obtida através da razão da soma ponderada dos insumos pela soma ponderada dos produtos. Como apresentado abaixo:²⁰

$$\text{Min } H_Q = \sum w_i x_{iQ} / \sum v_j y_{jQ}, \quad (3.4.1)$$

$$\text{restrita a } \sum w_i x_{is} / \sum v_j y_{js} \geq 1 \quad s = 1, \dots, Q, \dots, S,$$

$$w_i, v_j \geq 0 \quad i = 1, \dots, I; \quad j = 1, \dots, J,$$

Onde

s é o número de unidades a serem avaliadas (parâmetro);

i é o número de insumos (parâmetro);

x_{is} é a quantidade do insumo i consumido pela unidade s (parâmetro);

j é o número de produtos (parâmetro);

y_{js} é a quantidade de produto j produzido pela unidade s (parâmetro);

v_i é o peso associado com o insumo i (incógnita);

w_i é o peso associado com o produto j (incógnita);

Q é a unidade em observação;

²⁰ Os modelos DEA, apresentados neste tópico do trabalho, são baseados em Fried et al (1993).

Este modelo não linear fracionário pode ser transformado em um modelo de programação linear.

$$\text{Min} \quad \sum w_i x_i Q \quad (3.4.2)$$

Restrito a

$$\begin{aligned} \sum v_i y_{js} &= 1 \\ \sum w_i x_{is} &\geq \sum v_i y_{js} & s = 1, \dots, Q, \dots, S, \\ w_i, v_j &\geq 0 & i = 1, \dots, I; \quad j = 1, \dots, J, \end{aligned}$$

O dual, que também é um problema de programação linear, pode ser descrito como a segue.

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \mathbf{q} \\ & \mathbf{q}, \mathbf{l} \end{aligned} \quad (3.4.3)$$

restrito a

$$\begin{aligned} X\mathbf{l} &\leq xQ \\ \mathbf{q}Q &\leq Y\mathbf{l} \\ \mathbf{l} &\geq 0 \end{aligned}$$

Onde X é uma matriz de insumos n por I, com x_i colunas, e Y é uma matriz m por I de produtos, com y_i colunas. Já o \mathbf{l} é um vetor de intensidade I por 1. Este problema é resolvido I vezes, uma vez para cada produtor que está sendo avaliado, gerando valores ótimos para \mathbf{q} e \mathbf{l} .

O modelo descrito pode ser representado graficamente, no caso de um produto e um insumo como no gráfico da Figura 3.12

Na análise DEA, o produtor ou empresa é avaliado em termos de sua capacidade de expansão de seu vetor de produtos sujeito à restrição das melhores práticas observadas na amostra. Quando alguma expansão radial é possível para um produtor, este ainda pode melhorar seu desempenho em relação aos produtores em análise. No caso de não existir nenhuma expansão radial possível, pode-se considerar que esse produtor é eficiente, ou está na fronteira de produção, das unidades consideradas na análise. No caso do exemplo do gráfico da Figura 3.12, pode-se

observar que a unidade ou empresa B pode expandir radialmente o seu vetor de produtos, já no caso de A, nenhuma expansão radial é possível, pois a unidade já se encontra na fronteira eficiente.

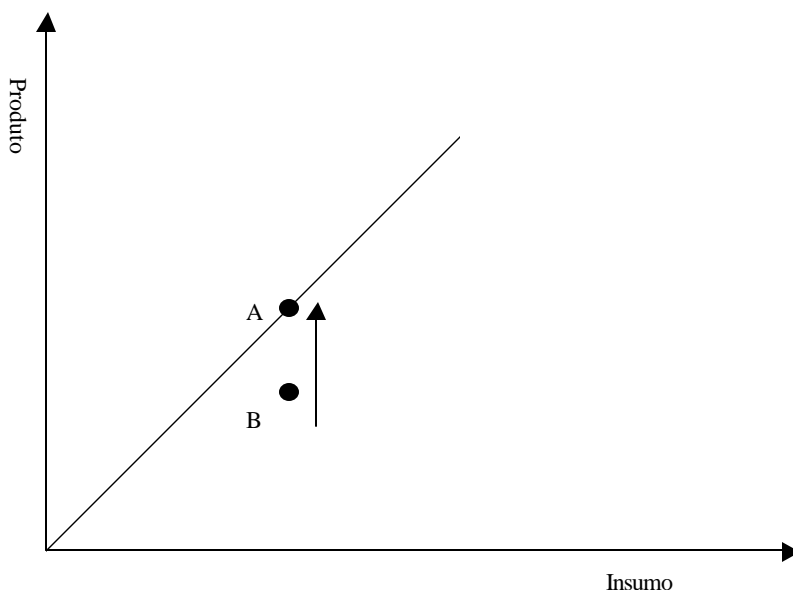


Figura 3.12 Gráfico do modelo DEA básico

Após a apresentação dos conceitos básicos sobre DEA, no artigo introdutório, a disseminação destas técnicas pelo mundo ocorreu rapidamente. Atualmente, os maiores congressos de pesquisa operacional possuem correntes exclusivamente direcionadas ao assunto.

Tendo tanta pesquisa direcionada ao tema, muitos modelos derivados dos pressupostos originais e muitas aplicações práticas foram realizadas. Seiford (1995) apresenta o estado da arte dos modelos de análise de Envoltório de Dados. Modelos com simplificações computacionais foram apresentados por Tulkens (1993).

3.4.2 INTRODUÇÃO AO ÍNDICE DE MALMQUIST

O índice de Malmquist parte da idéia inicial de Malmquist apud Tatjé e Lovell (1993) de construir um índice de quantidade para análise de consumo, como razão de funções de distância. Embora o índice tenha sido desenvolvido em um contexto de consumo, mais recentemente ele vem ganhando destaque num contexto de produção no qual múltiplos produtos são transformados em escores de eficiência. Na análise do produtor pode-se usar o índice de Malmquist para construir índices de

produtividade orientação insumo ou produto, baseados como razão das funções de distância de insumos ou produtos.

O índice de Malmquist tem muitas características desejáveis. Dentre elas pode-se destacar a não necessidade de definição do comportamento da função, como minimização de custos ou maximização de receitas, o que é muito útil quando os objetivos dos produtores são diferentes, ou ainda, quando estes são desconhecidos. Uma outra virtude é a possibilidade do desmembramento das mudanças de produtividade dentro de mudança no indicador de eficiência e mudança tecnológica, permitindo, dessa forma, conhecer a natureza da mudança de produtividade, como destacado no início do capítulo. O não requerimento dos preços dos insumos e produtos é uma outra importante característica do índice de Malmquist, principalmente em um estudo como o do setor agropecuário brasileiro, que passou, durante o período de análise, por altos índices de inflação. Este fato pode facilmente distorcer os resultados no caso de se trabalhar com valores monetários. Essa última vantagem também é destacada por Thirtle et al (1996). Segundo os autores, esta característica torna o índice extremamente importante, para estudos realizados nos países em desenvolvimento, onde os dados relativos a preços são muito distorcidos, ou inexistentes.

3.4.3 ÍNDICE MALMQUIST DE PRODUTIVIDADE

A fundamentação teórica, bem como o índice de Malmquist orientação produto, que serão apresentados a seguir, são baseados no trabalho de Caves et al (1982), Färe et al apud Färe et al (1995) e Fried et al (1993).

Começa-se expressando a tecnologia, com o vetor de insumos $x^t = (x_1^t, x_2^t, \dots, x_N^t) \in R_+^N$ e com o vetor de produtos $y^t = (y_1^t, y_2^t, \dots, y_M^t) \in R_+^M$, observados no período t , $t = 1, 2, \dots, T$. A tecnologia pode ser representada pelos vetores de insumos e de produtos, viáveis, como no grafo da equação (3.4.4)

$$GR^t = \{(y^t, x^t): x^t \text{ pode produzir } y^t\}, t = 1, 2, \dots, T. \quad (3.4.4)$$

O conjunto de possibilidades de produção ou de produtos pode ser definido em termos de grafo da seguinte forma:

$$P^t(x^t) = \{y^t : (y^t, x^t) \in GR^t\}, t = 1, 2, \dots, T. \quad (3.4.5)$$

É assumido que o conjunto de possibilidade de produção seja limitado, fechado, convexo e satisfaz a condição de forte descartabilidade de insumos e produtos (livre descarte)²¹.

Uma representação funcional da tecnologia é fornecida pela função de distância de produto (Shephard apud Bureau et al, 1995).

$$D_o^t(x^t, y^t) = \min\{\theta : (y^t/\theta) \in P^t(x^t)\}, t=1,2,\dots,T. \quad (3.4.6)$$

Expressando-se em palavras, pode-se considerar que, para um par de insumos e produtos (x^t, y^t) , pertencentes à tecnologia GR^t , a função distância de produto expressa a máxima expansão proporcional de produtos, mantendo-se $(x^t, y^t\theta)$ viável. Na realidade, a função de distância de produto é o inverso da medida de eficiência técnica, orientação produto, de Farrell, que pode ser utilizada para computar a função de distância. Este assunto será retomado brevemente. A função de distância produto satisfaz a desigualdade $D_o^t(x^t, y^t) \leq 1$, tendo $D_o^t(x^t, y^t) = 1 \Leftrightarrow y^t \in \text{Isoq } P^t(x^t) = \{y^t : y^t \in P^t(x^t), \lambda y^t \notin P^t(x^t), \lambda > 1\}$. Em decorrência, pode-se inferir que $D_o^t(x^t, y^t) < 1$ significa ineficiência na produção, ou seja, a unidade está produzindo abaixo da isoquanta do conjunto de produção. No caso de $D_o^t(x^t, y^t) = 1$, a unidade produtiva estaria produzindo de forma eficiente, isto é, na isoquanta do conjunto de produção. Como se pôde observar, a função de distância produto é o inverso da medida de eficiência técnica orientação produto de Farrell (1957), relacionamento este que poderia ser representado por $D_o^t(x^t, y^t) = [F_o^t(x^t, y^t)]^{-1}$.

O cálculo do índice Malmquist de produtividade é baseado em quatro funções de distância, $D_o^t(x^t, y^t)$, $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$, $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$. A função distância $D_o^t(x^t, y^t)$ utiliza dados do período t e foi definida há pouco. No caso de $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$, a definição é feita de forma análoga, usando dados do período $t+1$. Porém, no caso da função $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$, são usados dados do período t e $t+1$, sendo esta definida como:

$$D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = \min\{\theta : (y^{t+1}/\theta) \in P^t(x^{t+1})\}. \quad (3.4.7)$$

²¹ Maiores detalhes sobre o conjunto de possibilidades de produção serão apresentados no quarto capítulo.

Deste modo $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ relaciona dados t^{+1} com a tecnologia existente no período t , significando que $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) < 1$, $= 1$ e > 1 . Assim, os dados do período t^{+1} podem ser inviáveis para a tecnologia período t . A função de distância restante também usa dados dos períodos t e t^{+1} , sendo representada como segue:

$$D_o^{t+1}(x^t, y^t) = \min \{ \theta : (y^t/\theta) \in P^{t+1}(x^t) \}. \quad (3.4.8)$$

A função refere-se a dados do período t com a tecnologia existente no período t^{+1} . Desta forma podendo assumir valores menores, iguais ou maiores que 1, $D_o^{t+1}(x^t, y^t) < 1$, $= 1$ e > 1 . Antes da apresentação do índice de Malmquist, apresenta-se uma representação gráfica (um produto, um insumo) do exposto, o que facilitará a compreensão de medidas de distância produto.

O gráfico da Figura 3.13 apresenta as tecnologias dos períodos t e t^{+1} . Os vetores de insumo-produto (x^t, y^t) e (x^{t+1}, y^{t+1}) pertencem às suas respectivas tecnologias. No caso, ambos são viáveis em seus respectivos períodos, porém (x^{t+1}, y^{t+1}) não pertence à tecnologia do período t . O cálculo das funções distância, no caso de um insumo e um produto, pode ser facilmente realizado, sendo que $D_o^t(x^t, y^t) = 0a/0b$ e $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) = 0d/0e$.

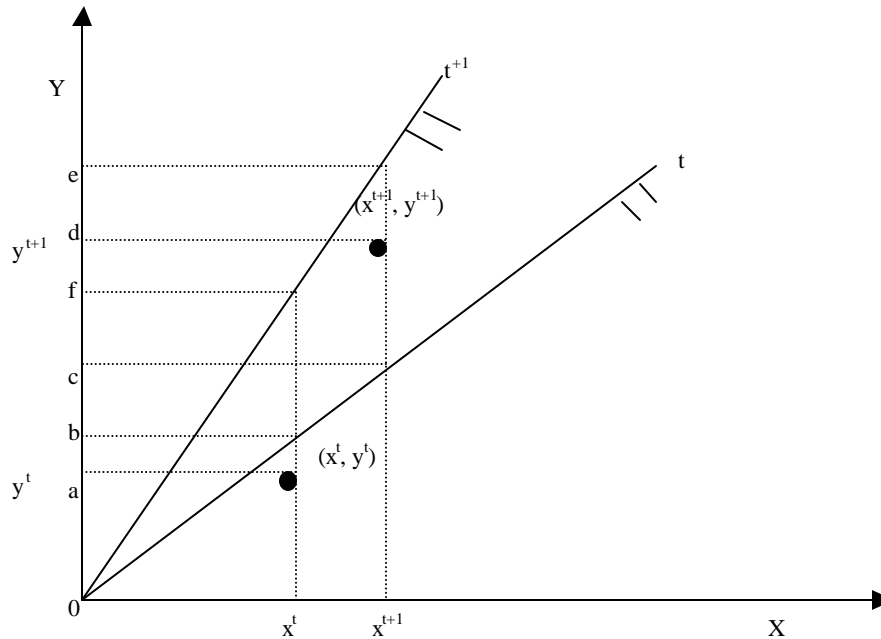


Figura 3.13 Funções de distância produto.

Quando as funções assumem valores menores que um (1), estas apresentam algum tipo de ineficiência no sentido de Farrell (1957), elas só assumirão valores iguais a um (1), Farrell eficientes, se e somente se, (x^t, y^t) e (x^{t+1}, y^{t+1}) se encontrarem na fronteira de produção²². Já as funções de distância $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ e $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ podem assumir valores menores, iguais ou maiores que um (1), como apresentado anteriormente, pois estas utilizam dados dos períodos t e $t+1$ em seus cálculos, sendo $D_o^{t+1}(x^t, y^t) = 0a/0f$ e $D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1}) = 0d/0c$.

Apresentadas as funções de distância, fica fácil compreender o índice de Malmquist, que pode ser definido como:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}. \quad (3.4.9)$$

A primeira razão do índice $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ utiliza a tecnologia do período t como referência para fornecer medidas de mudanças de produtividade. Este pode ser convencionado de índice de Malmquist com base no período t . No caso da segunda razão, a tecnologia do período $t+1$ é usada como referência para o fornecimento de medidas de mudança de produtividade, podendo ser denominado de índice de Malmquist com base no período $t+1$. Como-se pode observar, o índice definido $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ é uma média geométrica de duas razões de funções de distância produto, que utilizam como base tecnologias em diferentes momentos do tempo.

O índice $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$, que foi descrito a pouco, pode ser decomposto da seguinte forma:

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2}. \quad (3.4.10)$$

O índice é desdobrado em dois subíndices, sendo que o primeiro, expressão fora dos colchetes, expressa a mudança no indicador de eficiência, de uma

²² As funções $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ e $D_o^t(x^t, y^t)$ utilizam somente dados de seus respectivos períodos.

determinada unidade, entre os períodos t e t^{+1} . Desta forma, pode-se perceber como está se comportando a eficiência técnica em relação à mudança de fronteira de produção com o decorrer do tempo. A mudança de eficiência técnica pode ser menor, igual ou maior que a unidade, dependendo se está existindo queda, manutenção ou aumento no indicador eficiência técnica, respectivamente.

O segundo subíndice, raiz quadrada da expressão interna aos colchetes, expressa a mudança técnica ou mudança de tecnologia. Este, que pode ter valores menores, iguais ou maiores que a unidade, conforme esteja ocorrendo regresso técnico, não exista alteração da tecnologia, ou progresso técnico, respectivamente. O índice de produtividade Malmquist é obtido pela multiplicação dos dois subíndices. Essa possibilidade de desmembramento do índice, como destacado, é muito importante²³, pois ela permite entender a origem das alterações de produtividade, ou seja, se um aumento de produtividade é fruto do progresso técnico ou da melhoria no indicador de eficiência, ou ainda dos dois simultaneamente. Por outro lado, também pode-se observar uma manutenção ou queda na produtividade, frente a um estado de progresso técnico, quando existe uma queda, mais que proporcional, no indicador de eficiência produtiva.

O índice Malmquist pode ser representado utilizando-se as funções de distância do gráfico da Figura 3.13, onde a mudança de eficiência (ME) pode ser expressa como:

$$ME = \frac{\frac{0d}{0e}}{\frac{0a}{0b}} = \frac{0d}{0e} \times \frac{0b}{0a}. \quad (3.4.11)$$

onde o numerador expressa o grau de eficiência no período t^{+1} e o denominador no período t . Se existir uma melhoria no indicador de eficiência entre o período t e t^{+1} , o índice de mudança do indicador de eficiência será maior que a unidade, a manutenção do mesmo indicador eficiência implicará em um valor igual à unidade, e uma deterioração implicará em valores menores que a unidade, como comentado

²³ O desmembramento do índice de Malmquist, da forma apresentada, foi realizado por Färe et al (1989) apud Färe et al (1995).

anteriormente. O indicador de mudança técnica (MT) também pode ser caracterizado, em termos do gráfico da Figura 3.13.

$$MT = \left[\frac{Od}{Oe} \times \frac{Oa}{Of} \right]^{1/2} = \left[\frac{Oe}{Oc} \times \frac{Of}{Ob} \right]^{1/2}. \quad (3.4.12)$$

Sendo que a expressão (3.4.12) descreve a média geométrica da mudança tecnológica entre os períodos t e t^1 .

O índice Malmquist de produtividade é obtido pela multiplicação do indicador de mudança de eficiência pela mudança técnica e pode ser representado da seguinte forma:

$$M_o = \left[\frac{Od}{Oe} \times \frac{Ob}{Oa} \right] \times \left[\frac{Oe}{Oc} \times \frac{Of}{Ob} \right]^{1/2}. \quad (3.4.13)$$

Deste modo, fica fácil observar que o índice considera a influência da mudança de eficiência e da mudança técnica.

No caso de existirem mais de dois períodos de tempo para serem analisados, o índice de Malmquist pode ser calculado de duas formas. Na primeira, pode-se calcular o índice $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ para todos os períodos, mantendo-se como base o período t , ou seja, $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$, $M_o(x^{t+2}, y^{t+2}, x^t, y^t)$, $M_o(x^{t+3}, y^{t+3}, x^t, y^t)$, $M_o(x^{t+n}, y^{t+n}, x^t, y^t)$. A segunda possibilidade para calcular o índice, é considerando os períodos adjacentes $t, t^1; t^1, t^2; t^2, t^3$; assim por diante até o último período, por exemplo, $M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$, $M_o(x^{t+2}, y^{t+2}, x^{t+1}, y^{t+1})$, $M_o(x^{t+n}, y^{t+n}, x^{t+n-1}, y^{t+n-1})$, sendo n o número de períodos.

Apresentado o índice de Malmquist, ainda é interessante que se destaque que este é um índice local, ou seja, os valores podem variar de acordo com as unidades que estão sendo avaliadas, o que é uma importante característica, pois algumas observações podem apresentar diminuição na eficiência técnica, enquanto outras podem apresentar uma melhoria. De forma análoga, algumas unidades podem apresentar progresso técnico, enquanto outras regresso técnico, ou ainda progresso

técnico inalterado. As alterações de produtividade também podem ocorrer de diferentes formas para as unidades, por exemplo, aumento para umas e queda para outras, ou aumento diferenciados, ou ainda quedas diferenciadas. Desta forma, é possível explicar as alterações de produtividade de forma mais flexível e detalhada.

O cálculo das funções de distância, em um sentido multidimensional, se dá através dos modelos de DEA apresentados no início deste capítulo. As funções de distância $D_o^t(x^t, y^t)$ e $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ são obtidas simplesmente pela inversão do resultado do modelo (3.4.3). No caso das $D_o^{t+1}(x^t, y^t)$ e $D_o(x^{t+1}, y^{t+1})$, alguns ajustes são necessários, devido a estas trabalharem com dados de períodos distintos. Os modelos de programação matemática para o cálculo do índice, bem como as variáveis envolvidas na análise, serão apresentados no quarto capítulo.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foram realizadas algumas considerações básicas para a compreensão do tema produtividade. Pode-se inferir, após as considerações realizadas, que as alterações de produtividade são influenciadas pela mudança no indicador de eficiência técnica e pela mudança tecnológica. No caso de ocorrer um aumento no indicador de eficiência, ou um progresso tecnológico, observa-se em decorrência um crescimento na relação produto/insumo, ou seja, na produtividade.

Uma unidade produtiva só pode aumentar sua produtividade através de aumentos em seu indicador de eficiência técnica quando esta não está trabalhando na fronteira de produção ou fronteira tecnológica. Quando a unidade está produzindo no limite da tecnologia existente, aumentos de produtividade só serão possíveis através do progresso tecnológico.

Os indicadores de produtividade parcial ou os indicadores convencionais de produtividade total dos fatores não fornecem as causas do aumento de produtividade, isto é, se estas são provenientes do aumento no indicador de eficiência ou de progresso tecnológico. O índice Malmquist de produtividade tem a virtude de desmembrar as mudanças de produtividade dentro de mudança no indicador de eficiência técnica e mudança tecnológica e ainda possibilita utilizar quantidades dos insumos e produtos.

O modelo para a análise das alterações da produtividade total dos fatores do setor agropecuário, que visa minimizar os problemas apresentados pelos estudos anteriores, bem como os resultados da análise do setor agropecuário brasileiro serão apresentados no próximo capítulo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO

Como destacado nos capítulos anteriores, a questão da avaliação do nível de produtividade da agropecuária é fundamental para conhecer a condição de competitividade da mesma. Também, pôde ser observado que poucos estudos vêm sendo desenvolvidos neste sentido, e que o pequeno número existente limitou-se a utilizar indicadores parciais de produtividade, ou, quando utilizou indicadores de PTF, se baseou exclusivamente em valores.

Diante de tal problema, apresenta-se, na seqüência do capítulo, um modelo para avaliação do desempenho do setor agropecuário brasileiro, do início de sua modernização, década de 70, até a metade da presente década. Posteriormente são realizadas algumas considerações a respeito das unidades em análise. Por último, é realizada a aplicação do modelo às unidades e a análise dos resultados.

4.1 METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA

4.1.1 INTRODUÇÃO

O crescimento e o desenvolvimento mais que proporcional dos setores industrial e serviço em relação ao setor agropecuário, a partir da década de 40, não resultaram em perda de importância estratégica da agropecuária para a economia brasileira²⁴. Além disso, como já foi apresentado no segundo capítulo, a agropecuária brasileira, a partir da década de 70, intensificou o processo de transformação de sua estrutura produtiva. Existiu uma intensificação no uso de insumos modernos, bem como uma maior difusão de metodologias adequadas de manejo do solos e de tratamentos culturais. As empresas de pesquisa também começaram a apresentar resultados

²⁴ Como apresentado no segundo capítulo, o setor agropecuário, apesar de ter perdido importância relativa na formação do PIB brasileiro, este ainda é alavancador dos outros setores, e grande gerador de divisas internacionais.

relativos ao desenvolvimento de cultivares mais adequados às condições edafo-climáticas brasileiras. Todas essas inovações resultaram, provavelmente, em transformações da relação produto/insumos, ou seja, da produtividade.

Alguns estudos foram realizados no sentido de averiguar alterações da produtividade. Entretanto, esses estudos apresentavam limitações metodológicas, como, por exemplo, a utilização de indicadores parciais de produtividade, análise baseada exclusivamente em valores ou abordagens regionais²⁵. Partindo-se destes pressupostos, apresenta-se, a seguir, um modelo para quantificar as alterações da produtividade do setor agropecuário brasileiro, no período de 1970 a 1996. O modelo se baseia, principalmente, na análise de quantidades físicas de múltiplos produtos e múltiplos insumos e considera todas as Unidades (Estados e o DF) do setor agropecuário brasileiro, para apresentar resultados relativos à mudança no indicador de eficiência ou deslocamentos da Unidade em relação à fronteira, mudança de tecnologia ou mudança na fronteira de produção e o crescimento da produtividade total dos fatores, ao longo do tempo.

4.1.2 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS PARA ANÁLISE DO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO

Como já mencionado anteriormente, o setor agropecuário é importante para todas as regiões e Estados do Brasil. Por isso, se faz necessário considerar todas as Unidades²⁶ na análise. É importante observar que as Unidades da análise foram consideradas com base no ano de 1970, quando não existia o desmembramento dos Estados do Mato Grosso, em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e de Goiás, em Goiás e Tocantins. Este procedimento é necessário pela impossibilidade de comparação de número de unidades diferentes, entre os períodos, pelo modelo de análise do trabalho. A tabela 4.1 apresenta as unidades consideradas, bem como a matriz de insumos e produtos utilizada. No caso dos produtos, os dados são representados por $Y_m^{it} = (y_1^{it}, \dots, y_m^{it})$, onde $i = (1, 2, \dots, I)$ é o número de unidades a serem avaliadas; $t = (t_1, t_2, \dots, T)$ corresponde ao número de períodos tempo que compõe a análise²⁷; e $m = (1, 2, \dots, M)$ que denota o número de produtos. Em outras

²⁵ Os estudos sobre a produtividade da agropecuária brasileira, bem como suas limitações metodológicas, foram apresentados no capítulo 2 deste trabalho.

²⁶ Entende-se por Unidades da análise, os Estados, regiões e o Brasil.

²⁷ Os períodos t , $t+1$, $t+2$, $t+3$ e $t+4$, correspondem respectivamente aos anos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1996, que são os anos dos Censos agropecuários.

palavras, pode-se dizer que Y_m^{it} é uma matriz de I linhas com M colunas, e se refere ao período de tempo T. No caso específico desta aplicação, y_1^{it} representa a produção agrícola, no período t, da unidade i, e y_2^{it} a produção pecuária da unidade i no período t. Mais especificamente, y_1^{it} representa o agregado da produção agrícola, e y_2^{it} representa um agregado da produção pecuária, ambos correspondentes aos produtos, que representavam mais de 90% do valor da produção agrícola e pecuária das regiões brasileiras em 1980 (conforme anexo B).

O procedimento de agregação da produção se deu com base na quantidade produzida de cada produto no respectivo ano e no preço médio nacional do produto obtido no censo agropecuário de 1996. Desta forma, utilizou-se quantidades físicas de cada produto agrícola e pecuário e um fator comum de agregação para todos os anos. Procedendo deste modo eliminou-se os problemas relacionados a correção monetária do valor da produção no tempo e a fatores conjunturais como desvalorização cambial, pois, os produtos de todos os períodos utilizados na análise possuem um fator comum de agregação.

É interessante destacar que um índice de participação superior a 90% em uma análise setorial é muito representativo. Geralmente estudos de análise setorial podem ser realizados com representatividade de 70% do setor, como o estudo de Bedê e Santos (1994) sobre a produtividade dos fatores na indústria siderúrgica brasileira, que utilizou dados de empresas, que representavam 70% do setor, para realizar o estudo.

A composição de y_1^{it} está relacionada a 18 produtos temporários²⁸ (algodão, amendoim, arroz, batata inglesa, batata doce, cana-de-açúcar, cebola, feijão, fumo, mandioca, milho, soja, tomate, trigo, malva, juta, mamona e abacaxi) e 21 produtos permanentes (abacate, algodão arbóreo, agave, banana, cacau, café, caju, castanha de caju, coco, erva mate, guaraná, laranja, limão, mamão, maracujá, manga, maçã, tangerina, uva, pimenta do reino e pêssego). É importante observar que nem todos os Estados ou regiões contêm necessariamente a mesma composição de y_1^{it} , pois existe alguma diferença entre a pauta de produção dos Estados brasileiros.

Em termos de representatividade, produtos como café, soja, cana-de-açúcar, laranja, milho, feijão, arroz, banana e cacau participam com aproximadamente 70%

do valor de y_1^{it} , porém a produção destes, com exceção ao cacau, é concentrada, principalmente, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

Tabela 4.1 : Pannel de dados pertencentes à análise.

Unidades/Y/X	y_1^{it}	y_2^{it}	x_1^{it}	x_2^{it}	x_3^{it}	x_4^{it}
1-Rondônia	y_1^{1t}	y_2^{1t}	x_1^{1t}	x_2^{1t}	x_3^{1t}	x_4^{1t}
2-Acre	y_1^{2t}	y_2^{2t}	x_1^{2t}	x_2^{2t}	x_3^{2t}	x_4^{2t}
3-Amazonas	y_1^{3t}	y_2^{3t}	x_1^{3t}	x_2^{3t}	x_3^{3t}	x_4^{3t}
4-Roraima	y_1^{4t}	y_2^{4t}	x_1^{4t}	x_2^{4t}	x_3^{4t}	x_4^{4t}
5-Pará	y_1^{5t}	y_2^{5t}	x_1^{5t}	x_2^{5t}	x_3^{5t}	x_4^{5t}
6-Amapá	y_1^{6t}	y_2^{6t}	x_1^{6t}	x_2^{6t}	x_3^{6t}	x_4^{6t}
7-Norte	y_1^{7t}	y_2^{7t}	x_1^{7t}	x_2^{7t}	x_3^{7t}	x_4^{7t}
8-Maranhão	y_1^{8t}	y_2^{8t}	x_1^{8t}	x_2^{8t}	x_3^{8t}	x_4^{8t}
9-Piauí	y_1^{9t}	y_2^{9t}	x_1^{9t}	x_2^{9t}	x_3^{9t}	x_4^{9t}
10-Ceará	y_1^{10t}	y_2^{10t}	x_1^{10t}	x_2^{10t}	x_3^{10t}	x_4^{10t}
11-Rio G. Norte	y_1^{11t}	y_2^{11t}	x_1^{11t}	x_2^{11t}	x_3^{11t}	x_4^{11t}
12-Paraíba	y_1^{12t}	y_2^{12t}	x_1^{12t}	x_2^{12t}	x_3^{12t}	x_4^{12t}
13-Pernambuco	y_1^{13t}	y_2^{13t}	x_1^{13t}	x_2^{13t}	x_3^{13t}	x_4^{13t}
14-Alagoas	y_1^{14t}	y_2^{14t}	x_1^{14t}	x_2^{14t}	x_3^{14t}	x_4^{14t}
15-Sergipe	y_1^{15t}	y_2^{15t}	x_1^{15t}	x_2^{15t}	x_3^{15t}	x_4^{15t}
16-Bahia	y_1^{16t}	y_2^{16t}	x_1^{16t}	x_2^{16t}	x_3^{16t}	x_4^{16t}
17-Nordeste	y_1^{17t}	y_2^{17t}	x_1^{17t}	x_2^{17t}	x_3^{17t}	x_4^{17t}
18-Minas Gerais	y_1^{18t}	y_2^{18t}	x_1^{18t}	x_2^{18t}	x_3^{18t}	x_4^{18t}
19-Espírito Santo	y_1^{19t}	y_2^{19t}	x_1^{19t}	x_2^{19t}	x_3^{19t}	x_4^{19t}
20-Rio de Janeiro	y_1^{20t}	y_2^{20t}	x_1^{20t}	x_2^{20t}	x_3^{20t}	x_4^{20t}
21-São Paulo	y_1^{21t}	y_2^{21t}	x_1^{21t}	x_2^{21t}	x_3^{21t}	x_4^{21t}
22-Sudeste	y_1^{22t}	y_2^{22t}	x_1^{22t}	x_2^{22t}	x_3^{22t}	x_4^{22t}
23-Paraná	y_1^{23t}	y_2^{23t}	x_1^{23t}	x_2^{23t}	x_3^{23t}	x_4^{23t}
24-Santa Catarina	y_1^{24t}	y_2^{24t}	x_1^{24t}	x_2^{24t}	x_3^{24t}	x_4^{24t}
25-Rio G. do Sul	y_1^{25t}	y_2^{25t}	x_1^{25t}	x_2^{25t}	x_3^{25t}	x_4^{25t}
26-Sul	y_1^{26t}	y_2^{26t}	x_1^{26t}	x_2^{26t}	x_3^{26t}	x_4^{26t}
27-Mato Grosso	y_1^{27t}	y_2^{27t}	x_1^{27t}	x_2^{27t}	x_3^{27t}	x_4^{27t}
28-Goiás	y_1^{28t}	y_2^{28t}	x_1^{28t}	x_2^{28t}	x_3^{28t}	x_4^{28t}
29-Distrito Fed.	y_1^{29t}	y_2^{29t}	x_1^{29t}	x_2^{29t}	x_3^{29t}	x_4^{29t}
31-Cento-Oeste	y_1^{30t}	y_2^{30t}	x_1^{30t}	x_2^{30t}	x_3^{30t}	x_4^{30t}
32-Brasil	y_1^{31t}	y_2^{31t}	x_1^{31t}	x_2^{31t}	x_3^{31t}	x_4^{31t}

y_1^{it} e y_2^{it} : representam, respectivamente, o agregado da produção agrícola e pecuária das unidade em análise.

x_1^{it} , x_2^{it} , x_3^{it} e x_4^{it} : representam, respectivamente, os insumos terra, mão-de-obra, mecanização e miscelânea, que é um agregado de insumos.

Desta forma, torna-se essencial que se acrescentem produtos como algodão arbóreo, malva, juta, guaraná, que têm importância econômica para as regiões Norte e Nordeste. Procedendo-se desta forma, alcançou-se que y_1^{it} representa mais de 90% da produção agrícola de todas as regiões brasileiras. Em decorrência a análise não

²⁸ Utiliza-se a mesma classificação do IBGE, de produtos permanentes e temporários.

fica restrita à agregação nacional, ou com maior representatividade de uma ou outra região.

A produção pecuária é representada por y^i_t , sendo que esta é composta pelas produções de: animais de grande porte, que, por sua vez, é representada pela bovinocultura de corte e de leite; animais de médio porte, que é composta pela suinocultura; animais de pequeno porte, sendo que nesta está incluída a avicultura (frangos de corte e galinhas de postura). Os produtos que compõem y^i_t , também apresentam um nível de representatividade superior a 90% do valor total da pecuária das regiões brasileiras, não estando, também, restrito apenas a uma alta representação do país, a nível agregado.

Os insumos da análise podem ser representados por $X^i_n = (x^i_{t_1}, \dots, x^i_{t_n})$, onde $i = (1, \dots, I)$ representa as unidades; $t = (t_1, t_2, \dots, T)$ representa o número de períodos de tempo; e $n = (1, 2, \dots, N)$ denota o número de insumos. Desta forma, X^i_n representa uma matriz de insumos I linhas e N colunas, no período de tempo T . No caso particular desta análise, tem-se $n = (1, 2, 3, 4)$, onde $x^i_{t_1}$ corresponde ao insumo terra, que é composto pelos hectares (ha) utilizados nas culturas permanentes, culturas temporárias e pelas pastagens naturais e plantadas.

A mão-de-obra utilizada é representada pelo insumo $x^i_{t_2}$, sendo nele considerada a população que desenvolve atividades no campo.

A mecanização $x^i_{t_3}$ é representada pelo número de cavalos HPs disponíveis²⁹, o procedimento de agregação utilizado foi o mesmo utilizado por Ávila e Evenson (1994). O quarto e último insumo, $x^i_{t_4}$, foi denominado de miscelânea, e representa o valor das despesas do setor agropecuário com óleo Deisel, sementes, adubos e corretivos, medicamentos e vacinas, rações, sal e defensivos³⁰.

Esta definição de insumos, descrita há pouco, é similar à do trabalho pioneiro de Haymi e Ruttan (1970) e Ávila e Evenson (1994), sendo amplamente utilizada em estudos direcionados ao setor agropecuário. Entretanto, é importante observar que, dos quatro insumos utilizados, três estão baseados em quantidades físicas, terra (ha), mecanização (HP), trabalho (unidade). Apenas o insumo “miscelânea”, que é um

²⁹ HPs disponíveis correspondem aos HPs dos tratores agrícolas.

³⁰ Os valores foram corrigidos para o mês de dezembro de 1995, com base no IGP-DI. Também foram consideradas as mudanças de moeda ocorridas no período.

agregado de insumos, é baseado em unidades monetárias, o que não foi realizado nos estudos prévios. Esta possibilidade de se trabalhar com os três primeiros insumos em quantidades físicas é muito importante, pois eles possuem difícil quantificação monetária. Este fato ganha relevância em uma análise temporal longa como esta, na qual se evita a correção dos preços e a quantificação monetária destes insumos. Já no caso do quarto insumo, a dificuldade de estimação monetária é menor, pois estes são homogêneos e seus preços estão disponíveis no mercado.

4.1.3 MODELO DE PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA PARA O CÁLCULO DAS FUNÇÕES DISTÂNCIA

Definidas as variáveis da análise, pode-se estabelecer os modelos de programação matemática para o cálculo das funções distância requeridas pelo índice de Malmquist de produtividade. Mais especificamente, como salientado no terceiro capítulo, este índice requer o cálculo de quatro diferentes funções de distância, para cada uma das unidade i em análise e para cada período de tempo t . Deste modo, cada função de distância será calculada i vezes, para cada período de tempo. O cálculo dos modelos de programação matemática requer um painel de dados com as respectivas matrizes de insumos $X = (x_1, \dots, x_n)$ e produtos $Y = (y_1, \dots, y_m)$, de $i = (1, \dots, I)$ produtores e $t = (1, \dots, T)$ períodos de tempo, como apresentado na Tabela 4.1. O conjunto de possibilidade de produção, no período t , pode ser representado como:

$$P^t(x^t) = \{y^t : y_m^{ot} \leq \lambda^{it} Y_m^{it} \quad m = 1, \dots, M \quad (4.1.3)$$

$$\lambda^{it} X_n^{it} \leq x_n^{ot} \quad n = 1, \dots, N$$

$$\lambda^{it} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I\},$$

onde λ^{it} é um vetor de intensidade, mostrando como podem ser feitas as combinações de (x^{it}, y^{it}) , observados. O conjunto de possibilidades de produção apresenta as características de retornos constantes de escala, forte disponibilidade de insumos e produtos e convexidade³¹. Estas características da tecnologia foram exibidas no terceiro capítulo. Estes pressupostos são compartilhados pelas funções de

³¹ Um conjunto Y é considerado convexo se, e somente se, para quaisquer que sejam a e $b \in Y$, tem-se $\theta a + (1 - \theta)b$, onde $0 \leq \theta \leq 1$ faz parte de Y . Desta forma, um conjunto Y só é convexo se para quaisquer dois pontos $\subset Y$, o segmento que os une, também deve estar $\subset Y$.

distância, que são apresentadas a seguir³². As funções de distância são calculadas como o inverso da solução dos seguintes modelos de programação matemática.

Para o período t , tem-se o seguinte problema de programação linear:

$$[D_o^t(x^{it}, y^{it})]^{-1} = \text{Max } \theta \quad (4.1.2)$$

$$\text{Restrito a } \theta y^{ot} \leq \lambda^{it} Y_m^{it} \quad m = 1, \dots, O, \dots, M$$

$$\lambda^{it} X_n^{it} \leq x_n^{ot} \quad n = 1, \dots, O, \dots, N$$

$$\lambda^{it} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I.$$

Esse problema é resolvido i vezes conforme o número de observações (x^{it}, y^{it}) . Como $(x^{oit}, y^{oit}) \in P^t$ (mesma tecnologia), então, os valores da função distância serão menores ou iguais a um.

O problema para o período $t+1$ é similar ao do período t . A única diferença existente é que os dados utilizados pertencem ao período $t+1$, ele pode ser definido como:

$$[D_o^{t+1}(x^{it+1}, y^{it+1})]^{-1} = \text{Max } \theta \quad (4.1.3)$$

$$\text{Restrito a } \theta y^{ot+1} \leq \lambda^{it+1} Y_m^{it+1} \quad m = 1, \dots, O, \dots, M$$

$$\lambda^{it+1} X_n^{it+1} \leq x_n^{ot+1} \quad n = 1, \dots, O, \dots, N$$

$$\lambda^{it+1} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I.$$

Sendo que este problema também é resolvido i vezes de acordo com o número de observações de (x^{ot+1}, y^{ot+1}) . Os valores da função distância também assumirão valores iguais ou menores que um, pois $(x^{ot+1}, y^{ot+1}) \in P^{t+1}$, ou seja, só está sendo envolvida a tecnologia de um período.

O problema de programação linear, para o cálculo das outras duas funções de distância, é um pouco diferente dos apresentados há pouco. Nestes dois últimos problemas, faz-se necessária a mixagem de períodos de tempo diferentes. Assim, (x^{ot}, y^{ot}) não pertence à tecnologia P^{t+1} , a qual está sendo relativamente comparada. O

³² A consideração de retornos constantes de escala para a agropecuária brasileira não é tão irreal. Um estudo de Silva apud Gasques e Conceição (1997), sobre a função de produção da agropecuária brasileira, demonstra que esta apresenta retornos constantes de escala.

mesmo acontece no caso de (x^{ot+1}, y^{ot+1}) , sendo que este não pertence a \bar{P} . A função de distância de uma unidade no período $t+1$, comparada com a tecnologia no período t , pode ser obtida pelo inverso do seguinte problema de programação linear:

$$[D_o^t(x^{it+1}, y^{it+1})]^{-1} = \text{Max } \theta \quad (4.1.4)$$

$$\text{Restrito a } \theta y^{ot+1} \leq \lambda^{it} Y_m^{it} \quad m = 1, \dots, M$$

$$\lambda^{it} X_n^{it} \leq x_n^{ot+1} \quad n = 1, \dots, N$$

$$\lambda^{it} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I.$$

Sendo que este problema é resolvido k vezes conforme o número de observações (x^{ot+1}, y^{ot+1}) . A função distância, nesse caso, pode assumir valores maiores que um, pois (x^{ot+1}, y^{ot+1}) pode \notin ao conjunto de possibilidades de produção P^t .

A última função de distância pode ser obtida pela resolução do seguinte problema:

$$[D_o^{t+1}(x^{it}, y^{it})]^{-1} = \text{Max } \theta \quad (4.1.5)$$

$$\text{Restrito a } \theta y^{ot} \leq \lambda^{it+1} Y_m^{it+1} \quad m = 1, \dots, M$$

$$\lambda^{it+1} X_n^{it+1} \leq x_n^{ot} \quad n = 1, \dots, N$$

$$\lambda^{it+1} \geq 0 \quad i = 1, \dots, I.$$

Neste caso, a tecnologia do período $t+1$ serve de base de comparação para (x^{ot}, y^{ot}) que se encontra no período t . Existe também a possibilidade da função distância assumir valores maiores que um, pois (x^{ot}, y^{ot}) pode \notin ao conjunto de possibilidades de produção P^{t+1} . Esse problema é resolvido k vezes segundo o número de observações de (x^{ot}, y^{ot}) .

Utilizando-se o painel de dados apresentados na Tabela 4.1, nos quatro problemas apresentados, obtém-se as quatro funções de distância necessárias à confecção do índice de Malmquist.

Apresentadas as variáveis e o modelo de análise, expõem-se a seguir os resultados da aplicação.

4.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO

Esta parte do trabalho apresenta os resultados empíricos alcançados. Em primeiro lugar, é realizada uma exposição das unidades em análise mostrando a importância relativa de cada uma para a agropecuária brasileira. Nesta parte introdutória ainda são inseridos os indicadores parciais de produtividade da terra e da mão-de-obra. Após esta descrição, são apresentados os resultados referentes ao deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica, a evolução da fronteira tecnológica e o crescimento da produtividade total dos fatores para os Estados e o Distrito Federal. Por fim, são incluídos na análise as regiões e o Brasil.

4.2.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES ANALISADAS

Este tópico do trabalho apresenta alguns indicadores relacionados às unidades da análise visando uma caracterização das mesmas. A tabela 4.2 apresenta a evolução da importância relativa dos Estados e regiões na produção agropecuária nacional³³. Como se pode observar, as regiões Sul e Sudeste são as de maior representatividade, com mais de 65% da produção nacional. Existe uma pequena queda na participação relativa destas regiões, no caso da Sudeste, de 36,4%, em 1970, para 34,3%, em 1996; e de 32,6%, em 1970, para 31,6%, em 1996, para a Sul. No caso da Sudeste a queda está relacionada a São Paulo e ao Rio de Janeiro, na Sul ao Rio Grande do Sul. A região Centro-Oeste apresentou um aumento expressivo na participação relativa, passando de 8,04%, em 1970, para 17,4%, em 1996. Todos os componentes desta região apresentam ganhos de participação relativa.

Ainda com respeito à Tabela 4.2, é observado que a região Norte, a de menor participação relativa, exibe uma certa estabilidade, passando de 3,09%, em 1970, para 3,32%, em 1996. Os destaques nesta região foram o crescimento acentuado na participação relativa para Rondônia, de 0,086%, em 1970, para 0,856%, em 1996, e uma queda para o Amazonas, de 0,933%, em 1970, para 0,479%, em 1996. A Nordeste foi a região que mais perdeu em termos de participação relativa, caindo de 19,7%, em 1970, para 13,2%, em 1996. Todos os Estados desta região diminuíram sua importância relativa, com destaque para uma queda acentuada da Bahia, de 6,7%, em 1970, para 3,7%, em 1996.

³³ O Valor da produção foi calculado com base nos dados do trabalho, Anexo C.

Tabela 4.2 Participação relativa dos Estados e regiões no valor da produção agropecuária brasileira

Unidades	1970	1980	1996
1-Rondônia	0,086%	0,325%	0,856%
2-Acre	0,251%	0,159%	0,173%
3-Amazonas	0,933%	0,693%	0,479%
4-Roraima	0,073%	0,066%	0,082%
5-Pará	1,700%	2,146%	1,717%
6-Amapá	0,051%	0,035%	0,020%
7-Norte	3,094%	3,424%	3,326%
8-Maranhão	2,261%	1,905%	1,337%
9-Piauí	0,792%	0,590%	0,623%
10-Ceará	1,964%	1,554%	1,593%
11-Rio G. Norte	0,679%	0,648%	0,612%
12-Paraíba	1,442%	1,270%	0,910%
13-Pernambuco	3,390%	3,098%	2,345%
14-Alagoas	1,688%	1,853%	1,555%
15-Sergipe	0,827%	0,666%	0,541%
16-Bahia	6,706%	5,367%	3,757%
17-Nordeste	19,749%	16,951%	13,273%
18-Minas Gerais	12,070%	12,490%	12,681%
19-Espírito Santo	2,339%	2,075%	2,332%
20-Rio de Janeiro	2,646%	1,955%	1,126%
21-São Paulo	19,439%	20,293%	18,242%
22-Sudeste	36,494%	36,812%	34,381%
23-Paraná	10,709%	12,309%	12,286%
24-Santa Catarina	5,850%	5,955%	6,594%
25-Rio G. do Sul	16,061%	14,080%	12,735%
26-Sul	32,620%	32,344%	31,615%
27-Mato Grosso	3,278%	4,709%	10,189%
28-Goiás	4,724%	5,654%	6,981%
29-Distrito Fed.	0,041%	0,107%	0,235%
30-Centro-Oeste	8,042%	10,469%	17,405%
31-Brasil	100,000%	100,000%	100,000%

1- Fonte: dados do trabalho, produção agrícola e pecuária do anexo C.

Após realizadas considerações sobre a evolução da participação relativa dos Estados e regiões, apresentam-se os indicadores parciais da terra e da mão-de-obra.

Pode-se observar na tabela 4.3 que os Estados da região Sul apresentam uma forte elevação da produtividade da terra (PPT) no período em análise, com destaque para Santa Catarina. Todos os Estados da Região Sudeste também indicaram um elevado crescimento, cabendo ao Rio de Janeiro o menor desempenho. No caso da Centro-Oeste, todos os Estados mais o Distrito Federal apresentaram um crescimento acentuado. A região Nordeste teve um crescimento modesto na produtividade parcial da terra, comparado ao das regiões Sul e Sudeste e Centro-Oeste. No geral, os Estados da região Nordeste, com exceção da Bahia e do Maranhão, apresentaram

uma tendência de crescimento. A região Norte foi a única que apresentou uma pequena queda da PPT, excluindo-se os Estados de Rondônia e Roraima, que tiveram crescimento, e o Amapá, que apresentou uma certa estabilidade. O resultado para o Brasil sinaliza para uma evolução clara da PPT.

Tabela 4.3 Produtividade parcial da terra¹

Unidades	1970	1975	1980	1985	1996
1-Rondônia	88	125	84	123	109
2-Acre	436	226	135	111	107
3-Amazonas	402	440	276	271	267
4-Roraima	11	8	12	18	21
5-Pará	100	113	115	88	89
6-Amapá	27	38	48	18	32
7-Norte	105	110	105	95	95
8-Maranhão	94	97	88	81	93
9-Piauí	34	44	37	51	86
10-Ceará	52	87	65	107	170
11-Rio G Norte	43	65	69	94	142
12-Paraíba	76	109	115	168	156
13-Pernambuco	150	176	220	296	297
14-Alagoas	228	279	316	400	388
15-Sergipe	116	101	132	137	161
16-Bahia	100	97	90	101	87
17-Nordeste	88	104	102	126	133
18-Minas Gerais	62	80	105	137	183
19-Espírito Santo	159	148	216	294	375
20-Rio de Janeiro	191	217	241	254	255
21-São Paulo	205	271	362	456	543
22-Sudeste	115	144	191	244	303
23-Paraná	199	322	307	367	445
24-Santa Catarina	263	311	402	498	719
25-Rio G. do Sul	140	177	204	240	314
26-Sul	171	237	261	314	409
27-Mato Grosso	17	25	35	51	91
28-Goiás	32	40	47	63	90
29-Distrito Fed.	57	97	165	264	616
30-Centro-Oeste	24	32	41	57	92
31-Brasil	91	115	130	159	194

¹ Valor da produção agropecuária em Reais, com base no ano de 1996, dividido pela terra ha.(dados do trabalho, anexo C)

Conforme observado, na Tabela 4.3, todas as regiões, com exceção da Norte, apontaram para um crescimento da PPT. Porém, é importante destacar, segundo o gráfico da figura 4.1, que as regiões Sul e Sudeste, que apresentavam os maiores indicadores de PPT, em 1970, foram as que mais cresceram em termos absolutos. A região Centro-Oeste, apesar de apresentar indicadores baixos, em 1970, mostrou um forte crescimento.

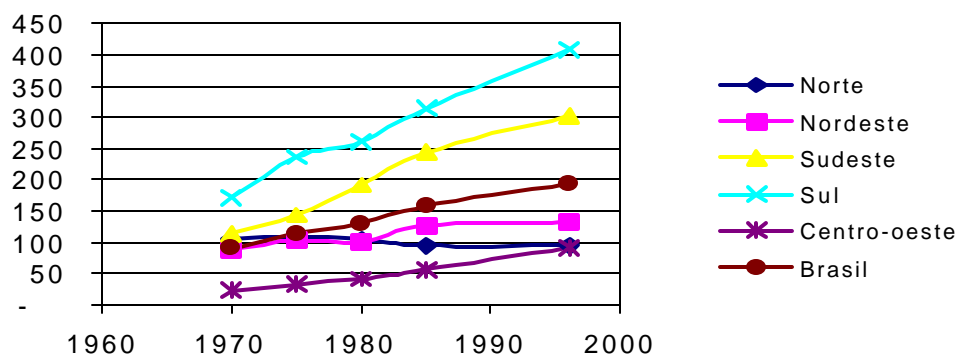


Figura 4.1 Gráfico da produtividade parcial da terra das regiões e do Brasil

Pode-se constatar um pequeno aumento da PPT da região Nordeste a partir de 1985, posteriormente observa-se uma estagnação. Quanto à Norte, é visualizada uma pequena queda. O Brasil apresentou um crescimento da PPT.

No caso da produtividade parcial da mão-de-obra (PPM), todas as regiões apresentaram indicadores crescentes, conforme a tabela 4.4. Entretanto, as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste foram as de maior destaque. Os Estados destas regiões, sem exceção, manifestaram crescimento. Os indicadores de PPM das regiões Norte e Nordeste sinalizam para uma pequena alta. Apenas os Estados de Roraima e Amapá têm uma queda em seus indicadores. No caso do Brasil, existe uma clara tendência de aumento da PPM.

Tabela 4.4 Produtividade parcial da mão-de-obra*

Unidades	1970	1975	1980	1985	1996
1-Rondônia	716	504	532	621	1.199
2-Acre	692	482	480	378	788
3-Amazonas	563	421	436	379	583
4-Roraima	1.502	585	1.139	1.072	1.011
5-Pará	529	542	612	561	828
6-Amapá	835	747	707	435	513
7-Norte	567	503	557	520	843
8-Maranhão	327	315	330	328	428

9-Piauí	261	314	216	290	399
10-Ceará	329	501	421	492	580
11-Rio G Norte	377	427	435	557	785
12-Paraíba	422	423	567	708	809
13-Pernambuco	514	663	737	885	1.025
14-Alagoas	671	841	988	1.155	1.535
15-Sergipe	526	478	655	627	737
16-Bahia	540	533	584	607	639
17-Nordeste	446	494	526	597	689
18-Minas Gerais	1.043	1.318	1.584	1.769	2.704
19-Espírito Santo	1.336	1.322	1.720	2.174	2.830
20-Rio de Janeiro	1.742	1.928	1.878	1.878	2.757
21-São Paulo	2.342	3.280	4.272	5.525	8.504
22-Sudeste	1.577	2.006	2.474	2.886	4.262
23-Paraná	925	1.642	1.973	2.384	4.070
24-Santa Catarina	1.311	1.391	2.062	2.433	3.913
25-Rio G. do Sul	1.899	1.837	2.335	2.686	3.945
26-Sul	1.331	1.674	2.134	2.511	3.986
27-Mato Grosso	1.503	1.612	2.483	3.497	8.161
28-Goiás	1.475	1.863	2.098	2.605	4.472
29-Distrito Fed.	965	1.377	2.112	3.496	7.140
30-Centro-Oeste	1.482	1.752	2.256	2.983	6.123
31-Brasil	973	1.158	1.369	1.572	2.379

*Valor da produção agropecuária em reais, com base no ano de 1996, dividido pela mão-de-obra. (dados do trabalho, anexo C)

Fica evidente, no caso da PPM, conforme gráfico da figura 4.2, que as regiões Centro-oeste, Sul e Sudeste apresentaram as maiores evoluções nos indicadores e que elas já possuíam os maiores indicadores em 1970.

Por outro lado, também pode ser observado, no gráfico da figura 4.2, que as regiões Norte e Nordeste, que possuíam baixos indicadores da PPM, em 1970, ficam praticamente estagnadas no período. No caso do Brasil, constata-se uma clara tendência de crescimento da PPM.

Como já destacado no trabalho, os indicadores parciais de produtividade apresentam limitações. Todavia, tendo-se como hipótese que os insumos modernos são poupadores de terra e mão-de-obra, em outras palavras, a utilização dos insumos modernos tende a aumentar a produtividade da terra e da mão-de-obra, então pode-se

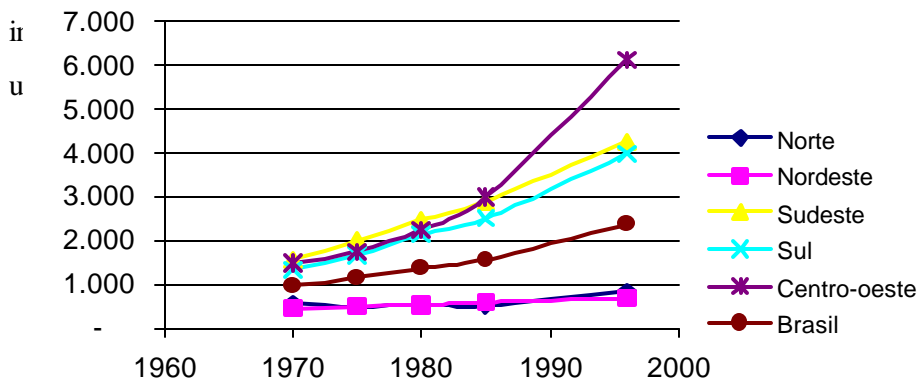


Figura 4.2 Gráfico da produtividade parcial da mão-de-obra das regiões e do Brasil

Sendo assim, pode-se inferir, de acordo com os resultados apresentados, que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, devem ter incorporado à produção novos processos, que estão possibilitando melhorar seus indicadores. Já as regiões Norte e Nordeste parecem não estar incorporando intensamente as inovações.

4.2.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE MALMQUIST

Antes do início da análise, é importante notar que a produção do setor agropecuário é, por hipótese, sensível a fatores externos como o clima. Consequentemente, a análise também fica sujeita à influência destes fatores. Uma forma para amenizar esse problema seria utilizar médias móveis dos dados. Porém, como existem disponíveis apenas cinco observações (1970, 1975, 1980, 1985 e 1996) para um período de 26 anos, não se optou por esse procedimento. Portanto não se pretende apresentar resultados exatos para as unidades em análise relativos a um período, mas sim apresentar tendências quanto ao deslocamento das unidades em relação à fronteira, da evolução tecnológica e do crescimento da produtividade total dos fatores (PTF), no tempo.

Como foi salientado no terceiro capítulo, o índice Malmquist possibilita o desmembramento das mudanças de produtividade em deslocamentos da unidade em relação à fronteira tecnológica e no deslocamento da própria fronteira tecnológica. Sendo assim, serão apresentados, primeiramente, os resultados relativos ao deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica, posteriormente as mudanças na fronteira ou evolução tecnológica, por último é apresentado o índice Malmquist de produtividade total dos fatores, que nada mais é do que a multiplicação dos dois componentes citados.

Em toda a análise, o período base considerado foi o ano de 1970, os demais períodos utilizados como subsequentes. Na primeira fase da análise utilizou-se somente os Estados e o Distrito Federal como objeto de estudo. A tabela 4.5 apresenta os índices relativos ao deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica.

Conforme pode ser observado na tabela 4.5, os Estados da Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará, Pará, e mais o Distrito Federal, indicaram uma tendência de deslocamento no sentido da fronteira tecnológica.

Tabela 4.5 Indicadores de deslocamento das unidades em relação a fronteira tecnológica

Unidades	1970-75	1970-80	1970-85	1970-96
1-Distrito Federal	1,135	1,409	1,409	1,409
2-Paraíba	1,104	1,346	1,346	1,345
3-Paraná	1,215	1,160	1,083	1,215
4-Pernambuco	1,235	1,236	1,235	1,235
5-Rio G Norte	0,983	1,045	1,162	1,208
6-Ceará	1,177	1,178	1,178	1,177
7-Pará	1,344	1,344	1,329	1,176
8-Alagoas	1,013	1,013	1,013	1,013
9-Rondônia	1,000	1,000	1,000	1,000
10-Acre	1,000	1,000	1,000	1,000
11-Amazonas	1,000	1,000	1,000	1,000
12-Roraima	1,000	1,000	1,000	1,000
13-Minas Gerais	1,000	1,000	1,000	1,000
14-Espírito Santo	1,000	1,000	1,000	1,000
15-Rio de Janeiro	1,000	1,000	1,000	1,000
16-São Paulo	1,000	1,000	1,000	1,000
17-Santa Catarina	1,000	1,000	1,000	1,000
18-Mato Grosso	1,000	1,000	1,000	1,000
19-Goiás	1,000	1,000	1,000	1,000
20-Sergipe	1,000	1,000	0,966	0,925
21-Rio G. do Sul	0,843	0,849	0,905	0,898
22-Maranhão	1,000	1,000	1,000	0,802
23-Amapá	1,027	1,028	0,675	0,729
24-Piauí	1,000	0,800	0,907	0,663
25-Bahia	1,000	0,992	0,892	0,565

Este fato pode resultar em ganhos de produtividade para estas unidades, caso não exista regresso técnico, como discutido no terceiro capítulo. Por outro lado, os Estados do Amapá, Maranhão, Piauí, Sergipe, Bahia e Rio Grande do Sul se distanciaram em relação à fronteira tecnológica. Fato que pode resultar em deterioração do indicador de produtividade, quando o progresso técnico não compensar esta perda. Os demais Estados mantiveram suas distâncias inalteradas, conseqüentemente ganhos de produtividade só serão possíveis através do componente técnico.

No caso da mudança técnica, pode-se observar, na tabela 4.6, que os Estados do Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro e o DF apresentaram uma grande evolução tecnológica, no período. Já os Estados de Sergipe, Rondônia, Piauí, Pernambuco, Ceará, Rio Grande

do Norte e Alagoas mostraram uma evolução tecnológica mais moderada. Por outro lado, os Estados do Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Maranhão, Paraíba e Bahia demonstraram regresso tecnológico, no período em análise.

Tabela 4.6 Indicador de evolução tecnológica para os períodos observados

Unidades	1970-1975	1970-1980	1970-1985	1970-1996
1-Mato Grosso	1,022	1,838	2,029	7,378
2-Distrito Fed.	1,237	2,304	2,869	6,855
3-Goiás	1,261	2,057	2,249	5,247
4-São Paulo	1,288	2,172	2,170	3,501
5-Rio G. do Sul	1,081	2,040	2,027	3,242
6-Santa Catarina	1,624	2,769	3,654	3,427
7-Minas Gerais	1,299	2,118	2,013	3,005
8-Rio de Janeiro	1,201	1,981	1,900	2,907
9-Paraná	1,348	2,015	2,592	2,397
10-Sergipe	1,496	1,745	1,768	1,404
11-Rio G Norte	1,134	1,288	1,259	1,268
12-Pernambuco	1,600	1,438	1,626	1,263
13-Rondônia	1,476	0,968	1,166	1,255
14-Alagoas	1,545	1,227	1,542	1,251
15-Espírito Santo	1,302	1,804	1,772	1,246
16-Piauí	1,448	0,747	0,791	1,053
17-Ceará	1,214	0,849	0,997	1,039
18-Paraíba	1,388	1,157	1,300	0,967
19-Pará	1,189	0,861	0,970	0,873
20-Amapá	0,877	1,115	1,040	0,839
21-Bahia	1,410	0,866	0,984	0,801
22-Maranhão	1,063	0,423	0,536	0,417
23-Roraima	0,459	0,335	0,327	0,413
24-Acre	1,324	0,517	0,571	0,392
25-Amazonas	1,255	0,302	0,340	0,227

Ainda com respeito à tabela 4.6, pode-se constatar que as unidades com maior evolução tecnológica, no período da análise, pertenciam às regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O regresso tecnológico pode ser observado, principalmente, nos Estados da região Norte e nos Estados da Bahia, Paraíba e Maranhão, na Nordeste.

Como mencionado no terceiro capítulo, o índice Malmquist de produtividade total dos fatores pode ser obtido pelo produto entre o deslocamento da unidade em relação à fronteira tecnológica (ou mudança no indicador de eficiência) e a mudança tecnológica. No caso das unidades em análise e com base nos resultados das tabelas 4.5 e 4.6, é fácil notar que o componente mudança tecnológica teve uma magnitude muito superior ao componente deslocamento da unidade em relação à fronteira ou mudança no indicador de eficiência. Então os ganhos de produtividade existentes

foram obtidos com maior intensidade através do progresso técnico do que pelo deslocamento das unidades no sentido da fronteira.

Tabela 4.7 Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1975

Unidades	Mal. 1970-1975	Evolução anual	Evolução no período
1-Pernambuco	1,977	14,6%	98%
2-Paraná	1,638	10,4%	64%
3-Santa Catarina	1,624	10,2%	62%
4-Pará	1,598	9,8%	60%
5-Alagoas	1,565	9,4%	57%
6-Paraíba	1,534	8,9%	53%
7-Sergipe	1,496	8,4%	50%
8-Rondônia	1,476	8,1%	48%
9-Piauí	1,448	7,7%	45%
10-Ceará	1,430	7,4%	43%
11-Bahia	1,409	7,1%	41%
12-Distrito Fed.	1,404	7,0%	40%
13-Acre	1,324	5,8%	32%
14-Minas Gerais	1,299	5,4%	30%
15-Espírito Santo	1,302	5,4%	30%
16-São Paulo	1,288	5,2%	29%
17-Amazonas	1,255	4,6%	26%
18-Goiás	1,261	4,7%	26%
19-Rio de Janeiro	1,201	3,7%	20%
20-Rio G. Norte	1,114	2,2%	11%
21-Maranhão	1,063	1,2%	6%
22-Mato Grosso	1,022	0,4%	2%
23-Rio G. do Sul	0,911	-1,7%	-9%
24-Amapá	0,901	-1,9%	-10%
25-Roraima	0,459	-9,0%	-54%

Pode-se inferir também que as quedas de produtividade estão mais relacionadas ao regresso técnico do que pelo distanciamento em relação à fronteira. A seguir serão apresentados os resultados referentes ao crescimento da produtividade total do fatores com base no índice de Malmquist.

A apresentação do índice Malmquist foi dividida em períodos. Todos os períodos foram comparados ao ano de 1970. A tabela 4.7 aponta o resultado para o primeiro período, 1970-1975. Como se pode constatar, todas as unidades, com exceção do Rio Grande do Sul (-1,7%), Amapá (-1,9%) e Roraima (-9,0%) apresentaram indicadores de produtividade crescente.

É interessante ressaltar que dez dentre os quinze maiores indicadores de PTF pertenciam a unidades das regiões Nordeste e Norte. Todavia, como se destacou anteriormente, o resultado de um período para um setor tão instável, como o agropecuário, pode não revelar a real tendência da evolução da PTF.

Tabela 4.8 Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1980

Unidades	1970-1980	Evolução anual	Evolução no período
1-Distrito Federal	3,246	12,5%	225%
2-Santa Catarina	2,769	10,7%	177%
3-Paraná	2,336	8,9%	134%
4-São Paulo	2,171	8,1%	117%
5-Minas Gerais	2,118	7,8%	112%
6-Goiás	2,059	7,5%	106%
7-Rio de Janeiro	1,981	7,1%	98%
8-Mato Grosso	1,838	6,3%	84%
9-Espírito Santo	1,804	6,1%	80%
10-Pernambuco	1,777	5,9%	78%
11-Sergipe	1,745	5,7%	75%
12-Rio G. do Sul	1,73	5,6%	73%
13-Paraíba	1,557	4,5%	56%
14-Rio G Norte	1,346	3,0%	35%
15-Alagoas	1,243	2,2%	24%
16-Pará	1,156	1,5%	16%
17-Amapá	1,145	1,4%	15%
18-Ceará	0,999	0,0%	0%
19-Rondônia	0,968	-0,3%	-3%
20-Bahia	0,858	-1,3%	-14%
21-Piauí	0,596	-3,5%	-40%
22-Acre	0,516	-4,0%	-48%
23-Maranhão	0,423	-4,7%	-58%
24-Roraima	0,335	-5,2%	-67%
25-Amazonas	0,302	-5,4%	-70%

E de fato é o que ocorreu, pois o crescimento dos indicadores de muitas das unidades, apresentados no primeiro período, não se concretizou. Conforme pode ser observado nas tabelas 4.8, 4.9 e 4.10.

A tabela 4.8 apresenta o índice de Malmquist para o segundo período, 1970-1980. Como se pode notar, o Estado do Rio Grande do Sul e Amapá passam a apresentar crescimento de produtividade anual de 5,6% e 1,4%, respectivamente.

Por outro lado, Rondônia (-0,3%), Acre (-4,0%), Amazonas (-5,4%), Roraima (-5,2%), Maranhão (-4,7%), Piauí (-3,5%) e Bahia (-1,3%) tiveram indicadores negativos. Os demais Estados apresentaram indicadores crescentes. Ainda é observado na tabela 4.8 que, dentre os doze maiores indicadores de PTF, dez eram as unidades das Regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste.

Com a inclusão do terceiro período, 1970-1985, parece se desenhar uma tendência mais nítida da evolução da produtividade. Pode-se constatar na tabela 4.9 que o Estado de Rondônia passa a apresentar indicador crescente de produtividade à taxa anual de 1,0%.

Tabela 4.9 Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1985

Unidades	1970-1985	Evolução anual	Evolução no período
1-Distrito Fed.	4,044	9,8%	304%
2-Santa Catarina	3,654	9,0%	265%
3-Paraná	2,809	7,1%	181%
4-Goiás	2,249	5,6%	125%
5-São Paulo	2,170	5,3%	117%
6-Mato Grosso	2,029	4,8%	103%
7-Minas Gerais	2,013	4,8%	101%
8-Pernambuco	2,009	4,8%	101%
9-Rio de Janeiro	1,900	4,4%	90%
10-Rio G. do Sul	1,836	4,1%	84%
11-Espírito Santo	1,773	3,9%	77%
12-Sergipe	1,707	3,6%	71%
13-Paraíba	1,749	3,8%	75%
14-Alagoas	1,562	3,0%	56%
15-Rio G. Norte	1,463	2,6%	46%
16-Pará	1,290	1,7%	29%
17-Ceará	1,174	1,1%	17%
18-Rondônia	1,166	1,0%	17%
19-Bahia	0,878	-0,8%	-12%
20-Piauí	0,717	-1,7%	-28%
21-Amapá	0,702	-1,8%	-30%
22-Acre	0,571	-2,4%	-43%
23-Maranhão	0,536	-2,6%	-46%
24-Amazonas	0,340	-3,4%	-66%
25-Roraima	0,327	-3,5%	-67%

Entretanto, Acre (-2,4%), Amazonas (-3,4%), Roraima (-3,5%), Amapá (-1,8%), Maranhão (-2,6%), Piauí (-1,7%) e Bahia (-0,8%) continuaram a apresentar indicadores negativos de produtividade. As outras unidades mantêm taxas positivas de crescimento da produtividade. É interessante destacar ainda que as dez unidades das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, passam a se situar entre os 11 maiores indicadores.

Os resultados relativos ao último período, 1970-1996, são apresentados na tabela 4.9. É notado que os Estados do Acre (-1,8%), Amazonas (-2,2%), Roraima (-1,8%), Amapá (-1,3%), Maranhão (-2,0%), Piauí (-1,0%) e Bahia (-1,7%) persistem em apresentar taxas de crescimento da produtividade negativas.

Tabela 4.10 Índice Malmquist de produtividade para o período de 1970 a 1996

Unidades	1970-1996	Evolução anual	Evolução no período
1-Distrito Federal	9,66	9,1%	866%
2-Mato Grosso	7,378	8,0%	638%
3-Goiás	5,247	6,6%	425%
4-São Paulo	3,501	4,9%	250%
5-Santa Catarina	3,427	4,9%	243%
6-Minas Gerais	3	4,3%	200%

7-Paraná	2,912	4,2%	191%
8-Rio de Janeiro	2,906	4,2%	191%
9-Rio G. do Sul	2,91	4,2%	191%
10-Pernambuco	1,561	1,7%	56%
11-Rio G. Norte	1,531	1,7%	53%
12-Paraíba	1,3	1,0%	30%
13-Sergipe	1,299	1,0%	30%
14-Alagoas	1,267	0,9%	27%
15-Rondônia	1,255	0,9%	26%
16-Espírito Santo	1,246	0,9%	25%
17-Ceará	1,224	0,8%	22%
18-Pará	1,026	0,1%	3%
19-Piauí	0,698	-1,0%	-30%
20-Amapá	0,611	-1,3%	-39%
21-Bahia	0,452	-1,7%	-55%
22-Roraima	0,413	-1,8%	-59%
23-Acre	0,392	-1,8%	-61%
24-Maranhão	0,335	-2,0%	-67%
25-Amazonas	0,227	-2,2%	-77%

Também é observado, na tabela 4.9, que permanece a hegemonia das unidades das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com exceção para o Espírito Santo, que sofre uma queda no indicador de produtividade com relação ao período anterior. Dentre os dez maiores indicadores, os nove primeiros são destas regiões, e ainda pode ser observada uma grande diferença entre os indicadores do Rio Grande do Sul nona maior taxa de crescimento 4,2% e Pernambuco, décima taxa de crescimento, 1,7%.

Uma importante observação que se pode realizar, com base nos resultados apresentados, é a de que, apesar dos Estados do Piauí, Amapá, Acre, Maranhão, Amazonas e Roraima terem apresentado indicadores negativos de PTF, parece existir uma leve tendência de inversão desta situação, pois, como pode ser observado na tabela 4.11, estas unidades apresentam indicadores negativos, porém decrescentes³⁴. Roraima, por exemplo, apresentou a taxa de crescimento anual de -9,0% para o período de 1970 a 1975, -5,2% para 1970-1980, -3,5% para 1970-1985 e -1,8% para 1970-1996. O Estado da Bahia parece ser exceção, chegando este a apresentar uma pequena queda em suas taxas anuais de crescimento, 7,1% para o primeiro período, -1,3% para o segundo, 0,8% para o terceiro e -1,7 para o último.

³⁴ O período de 1970 a 1975 parece ser atípico para estas unidades.

Os indicadores negativos apresentados por estas unidades não significam, necessariamente, que elas estejam reduzindo o seu nível de produção. Na realidade, a produção do agregado agrícola y_1 , para o Estado da Bahia, por exemplo, aumentou 16% de 1970 para 1996 e do agregado da pecuária y_2 cresceu 118%, no mesmo período, conforme dados do anexo C. Por outro lado o uso dos insumos mão-de-obra, terra, HP e gerais cresceram 18%, 61%, 1464% e 327%, respectivamente.

Tabela 4.11 PTF das unidades que apresentavam indicadores negativos*

Unidades	1970-75	1970-80	1970-85	1970-96
1-Bahia	7,1%	-1,3%	-0,8%	-1,7%
2-Piauí	7,7%	-3,5%	-1,7%	-1,0%
3-Amapá	-1,9%	1,4%	-1,8%	-1,3%
4-Acre	5,8%	-4,0%	-2,4%	-1,8%
5-Maranhão	1,2%	-4,7%	-2,6%	-2,0%
6-Amazonas	4,6%	-5,4%	-3,4%	-2,2%
7-Roraima	-9,0%	-5,2%	-3,5%	-1,8%

* Taxas anuais

Ainda no caso da Bahia, segundo a tabela 4.4, o indicador parcial da mão-de-obra aponta um crescimento de 18,5% entre 1970 a 1996, que parece estar relacionado ao aumento da mecanização (1464%), todavia o indicador de PPM não pode ser confundido com o crescimento da produtividade da agropecuária, que, para ser representativo, deve envolver os outros fatores, como já destacado anteriormente. Este fato deixa claro o problema de utilização de indicadores parciais de produtividade fora de uma análise mais ampla.

Algumas observações ainda são importantes de serem realizadas para a melhor compreensão da importância de cada unidade no cenário agropecuario brasileiro. Para isso são apresentados, na tabela 4.12, a evolução da participação relativa das unidades, o crescimento da área utilizada e da produção e os indicadores de crescimento da PTF. Conforme pode ser constatado existe uma hegemonia dos Estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Paraná, que representavam cerca de 58% da produção agropecuária nacional em 1970 e por volta de 56% em 1996. Ainda pode-se destacar, quanto a estas unidades, um aumento na participação relativa do Paraná de 1,58% e de Minas Gerais de 0,61% e uma queda na participação relativa do Rio Grande do Sul de 3,32% e de 1,20% para São Paulo, no período em análise. Apesar da queda na participação relativa na produção nacional, os indicadores de PTF destes Estados se mostraram acima da média nacional,

1,9% a.a.. Sendo assim, esta queda pode estar relacionada a outros fatores como a diminuição da área utilizada, -12% para São Paulo e Rio Grande do Sul³⁵. No caso do Paraná, o maior crescimento de participação relativa dentre os quatro Estados, deve estar relacionado, além do desempenho produtivo superior à média nacional, ao aumento da área cultivada de 28%³⁶. Também é observado um crescimento significativo na produção destes Estados.

Os Estados de Santa Catarina, Goiás, Mato Grosso e o DF também tiveram destaque no período em análise. Estas unidades, de acordo com a tabela 4.12, apresentaram aumentos significativos na participação relativa da produção nacional. Os ganhos na participação relativa destas unidades, provavelmente, estão relacionados aos indicadores de produtividade anuais maiores do que a média nacional e ao crescimento na área utilizada, com destaque, no caso da área, para as três unidades da região Centro-Oeste. O aumento da produção também foi significativo para estas unidades.

O Rio de Janeiro, provavelmente, está incluído no mesmo caso de São Paulo e Rio Grande do Sul, que tiveram ganhos de PTF superiores à média nacional, porém com perda na participação relativa. Fato este que deve estar associado à queda na área utilizada de 12% e a outros fatores, pois a produção deste Estado cresceu muito pouco no período 6%.

Rondônia foi o único Estado que obteve aumento na participação relativa, com indicadores de PTF inferiores aos da média nacional.

Tabela 4.12 Participação relativa, crescimento da área e indicadores médios de PTF

Unidades	1970% ¹	1996% ¹	Crescimento ha % ²	Crescimento produção %	Índices 70-96% ³
1-São Paulo	19,44	18,24	-12	134	4,9
2-Rio G. do Sul	16,06	12,74	-12	98	4,2
3-Minas Gerais	12,07	12,68	-11	162	4,3

³⁵ Apesar da queda na participação relativa à produção agropecuária do Rio Grande do Sul e de São Paulo crescer em torno de 98% e 134%, respectivamente, no período de 1970 a 1996, este fato é compartilhado por todas as unidades. Na realidade, só o Amapá decresceu, -2%, a produção agropecuária em termos absolutos, neste período.

³⁶ A expansão da área cultivada em conjunto com ganhos de produtividade pode resultar em aumentos de participação relativa. Entretanto, outros fatores, como baixos níveis de desempenhos produtivos, outras unidades, ou ainda crescimento na pecuária intensiva, podem influenciar as alterações da participação relativa.

4-Paraná	10,71	12,29	28	186	4,2
5-Bahia	6,71	(8°)3,75	61	40	-1,7
6-Santa Catarina	5,85	(7°)6,59	3	181	4,9
7-Goiás	4,72	(6°)6,98	30	269	6,6
8-Pernambuco	3,39	(9°)2,34	-13	72	1,7
9-Mato Grosso	3,28	(5°)10,18	47	675	8,0
10-Rio de Janeiro	2,65	(15°)1,12	-12	6	4,2
11-Espírito Santo	2,34	(10°)2,33	5	149	0,9
12-Maranhão	2,26	(14°)1,33	49	47	-2,0
13-Ceará	1,96	(12°)1,59	-38	102	0,8
14-Pará	1,70	(11°)1,71	184	152	0,1
15-Alagoas	1,69	(13°)1,55	35	130	0,9
16-Paraíba	1,44	0,91	-23	57	1,0
17-Amazonas	0,93	(21°)0,47	93	28	-2,2
18-Sergipe	0,83	(20°)0,54	17	63	1,0
19-Piauí	0,79	(18°)0,62	-23	96	-1,0
20-Rio G. Norte	0,68	(19°)0,61	-31	125	1,7
21-Acre	0,25	(23°)0,17	600	72	-1,8
22-Rondônia	0,09	(17°)0,85	1899	2380	0,9
23-Roraima	0,07	(24°)0,08	45	180	-1,8
24-Amapá	0,05	(25°)0,02	-18	-2	-1,3
25-Distrito Federal	0,04	(22°)0,23	32	1326	9,1
Média	4,00	4,00	117	269	1,9

¹ Participação relativa em relação à produção nacional, os números em parênteses são a colocação da Unidade na hierarquia nacional.

² Variação na área utilizada pela agropecuária entre os períodos de 1970 e 1996.

³ Indicadores anuais de crescimento

Este resultado deve estar relacionado a Rondônia ser o Estado que mais expandiu, em termos percentuais, a área utilizada, 1899%, e ainda apresentou indicadores de produtividade positivos, 0,9% a.a.. A expansão da produção deste Estado foi proporcionalmente muito alta, conforme tabela 4.12.

O Espírito Santo foi o único Estado, dentre as dez unidades das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, que apresentou indicador de PTF, 0,9%, inferior à média nacional. No caso da participação relativa, o Espírito Santo, em conjunto com o Pará e Roraima, mantiveram uma certa estabilidade, todos estes Estados tiveram aumento na área cultivada e na produção. Os Estados do Pará e Roraima também apresentaram indicadores de PTF inferiores à média nacional.

No caso de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará, Piauí e Amapá, pôde-se notar uma queda na participação relativa na produção agropecuária nacional, segundo a tabela 4.12. Este fato deve estar associado aos indicadores de PTF destas unidades serem inferiores ao da média nacional e ainda à diminuição da área utilizada pelas unidades. Apesar da queda na participação relativa, estas unidades tiveram aumento na produção no período, porém inferior aos das unidades

que ganharam participação relativa. De fato, é observado, na referida tabela, que as unidades que apresentaram aumentos na produção superiores a 150%, ou mantiveram a participação relativa ou aumentaram esta participação.

Por outro lado, de acordo com a tabela 4.12, os Estados da Bahia, Alagoas, Sergipe, Maranhão, Amazonas e Acre tiveram perda na participação relativa da produção agropecuária nacional, apesar de terem aumentado a área utilizada. É bom salientar que estas unidades apresentaram indicadores de PTF inferiores à média nacional, chegando alguns deles a serem negativos e ainda não apresentaram um crescimento elevado na produção.

Ainda conforme os resultados da Tabela 4.12, fica evidente que o crescimento da produção agropecuária nacional não continua unicamente vinculado à expansão da área utilizada, como já foi no passado, segundo mencionado, no segundo capítulo. Reforçando esta afirmação, pode-se citar, como exemplo, o Estado de Santa Catarina, que em função de elevados indicadores de produtividade, 4,9% a.a., apresentou aumentos em sua participação relativa nacional de 0,74% e em sua produção de 181%, no período. Isso com um inexpressivo aumento na área de 3%. Dentre outros exemplos, pode-se referir os Estados como São Paulo e Rio Grande do Sul, que, apesar de queda na área utilizada de 12%, aumentaram a produção significativamente. Por outro lado, o Acre, que, apesar de ter aumentado sua área utilizada em 600%, devido, provavelmente, a indicadores de evolução da PTF negativos -1,8% a.a., perdeu em termos de participação relativa. Desta forma torna-se evidente que o progresso técnico passa a ser um ponto nodal para o desenvolvimento da agropecuária brasileira.

Na sequência do capítulo serão acrescentados na análise as regiões e o Brasil, visando apresentar indicadores agregados.

4.2.3 INCLUSÃO DAS REGIÕES E DO BRASIL NA ANÁLISE

Neste tópico serão incluídos indicadores relativos às regiões e ao Brasil. Na tabela 4.13, pode-se observar o deslocamento das unidades em relação à fronteira, a evolução tecnológica e o índice de Malmquist, para os períodos de 1970 a 1980 e de 1970 a 1996. É interessante destacar que a inclusão das regiões e do Brasil não alterou os resultados anteriores apresentados pelos Estados e pelo DF.

Na realidade, a inclusão destas novas unidades na análise objetiva a apresentar indicadores agregados, no âmbito regional e nacional. De fato, as regiões são uma ponderação dos seus respectivos Estados, e a unidade Brasil é uma ponderação de todas as unidades.

Tabela 4.13 Índice de Malmquist e seus componentes

Unidades	Deslocam. 1970-80	Deslocam. 1970-96	Tecnologia 1970-80	Tecnologia 1970-96	Malmquist 1970-80	Malmquist 1970-96
1-Rondônia	1,00	1,00	0,97	1,26	0,97	1,26
2-Acre	1,00	1,00	0,52	0,39	0,52	0,39
3-Amazonas	1,00	1,00	0,30	0,23	0,30	0,23
4-Roraima	1,00	1,00	0,34	0,41	0,34	0,41
5-Pará	1,34	1,18	0,86	0,87	1,16	1,03
6-Amapá	1,03	0,73	1,11	0,84	1,14	0,61
7-Norte	1,25	1,15	0,68	0,69	0,85	0,80
8-Maranhão	1,00	0,80	0,42	0,42	0,42	0,33
9-Piauí	0,80	0,66	0,75	1,05	0,60	0,70
10-Ceará	1,18	1,18	0,85	1,04	1,00	1,22
11-Rio G Norte	1,05	1,21	1,29	1,27	1,35	1,53
12-Paraíba	1,35	1,35	1,16	0,97	1,56	1,30
13-Pernambuco	1,24	1,24	1,44	1,26	1,78	1,56
14-Alagoas	1,01	1,01	1,23	1,25	1,24	1,27
15-Sergipe	1,00	0,93	1,75	1,40	1,75	1,30
16-Bahia	0,99	0,56	0,87	0,80	0,86	0,45
17-Nordeste	1,01	0,87	1,06	0,95	1,07	0,83
18-Minas Gerais	1,00	1,00	2,12	3,01	2,12	3,01
19-Espírito Santo	1,00	1,00	1,80	1,25	1,80	1,25
20-Rio de Janeiro	1,00	1,00	1,98	2,91	1,98	2,91
21-São Paulo	1,00	1,00	2,17	3,50	2,17	3,50
22-Sudeste	1,2	1,00	2,08	3,56	2,13	3,55
23-Paraná	1,16	1,22	2,01	2,40	2,33	2,91
24-Santa Catarina	1,00	1,00	2,77	3,43	2,77	3,43

25-Rio G. do Sul	0,85	0,90	2,04	3,24	1,73	2,91
26-Sul	1,03	1,09	2,14	2,98	2,20	3,24
27-Mato Grosso	1,00	1,00	1,84	7,38	1,84	7,38
28-Goiás	1,00	1,00	2,06	5,25	2,06	5,25
29-Distrito Federal	1,41	1,41	2,30	6,86	3,25	9,66
30-Centro-Oeste	0,99	1,00	1,97	6,23	1,95	6,24
31-Brasil	1,07	1,17	1,97	2,88	2,10	3,39

Uma síntese dos resultados da tabela 4.13 pode ser observada na tabela 4.14.

Os resultados do deslocamento das regiões e do Brasil em relação à fronteira de referência, a evolução tecnológica, são apresentados em taxas por período, já o índice de Malmquist é apresentado a taxas anuais.

Tabela 4.14 Índice de Malmquist e seus componentes para as regiões e para o Brasil

Unidades	Eficiência 1970-80 ¹	Eficiência 1970-96 ¹	Tecnologia 1970-80 ¹	Tecnologia 1970-96 ¹	Malmquist 1970-80 ²	Malmquist 1970-96 ²
1-Norte	25%	15%	-32%	-31%	-1,40%	-0,86%
2-Nordeste	1%	-13%	6%	-5%	0,71%	-0,73%
3-Sudeste	2%	0%	108%	256%	7,86%	5,00%
4-Sul	3%	9%	114%	198%	8,20%	4,63%
5-Centro-Oeste	-1%	0%	97%	523%	6,91%	7,30%
6-Brasil	7%	17%	97%	188%	7,71%	4,81%

¹ Taxas no período. ² Taxas anuais

É fácil notar, na tabela 4.14, que as mudanças de produtividade estão sendo mais influenciadas pela evolução tecnológica do que por deslocamentos em relação à fronteira de referência. Este fato deixa evidente que o Brasil passou por um processo de evolução tecnológica. Esse processo parece ter sido mais intenso na década de 70.

No caso da Região Norte, pôde-se constatar um deslocamento no sentido da sua fronteira de referência. Por outro lado, um regresso tecnológico considerável, o que proporcionou taxas negativas de crescimento da PTF. Entretanto, é importante salientar que estas taxas negativas parecem estar decrescendo, ou seja, tendendo para taxas positivas. Já a região Nordeste, conforme os resultados da tabela 4.14, parece ter apresentado melhores resultados na década de 80, com a inclusão do período seguinte, 80 a 96. Pode ser observado quando é acrescentado o período subsequente na análise que esta passa a apresentar indicadores negativos. Os baixos indicadores da região Nordeste devem estar associados aos Estados da Bahia e do Maranhão, que possuem um peso relativo alto para esta região e apresentaram evolução negativa da PTF, como destacado anteriormente.

Ainda com relação à tabela 4.14, é verificado que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apontaram um crescimento tecnológico e expressivo. Este fator foi

quem influenciou com maior intensidade as taxas de crescimento da PTF. No caso das regiões Sul e Sudeste, as maiores taxas anuais de crescimento da PTF foram apresentadas no período de 1970 a 1980. Quando é acrescentado o período subsequente, existe um pequeno decréscimo destas. Para o Centro-oeste ocorre o inverso, isto é, as taxas crescem com a inclusão do período subsequente. Fato que deve estar relacionado ao menor nível tecnológico desta região naquele momento.

No caso do Brasil, pode-se notar claramente que o índice Malmquist de PTF é influenciado com maior intensidade pelo progresso tecnológico. Também pode verificar que as maiores taxas anuais de crescimento ocorreram no primeiro período, 1970-1980, existindo uma queda nesta taxa com inclusão do período subsequente, 1970-96.

4.2.4 FORMA ALTERNATIVA PARA O CÁLCULO DE INDICADORES PARA AS REGIÕES E PARA O BRASIL

Uma forma alternativa para o cálculo dos índices das regiões e do Brasil, sem a inclusão destas unidades nos modelos de programação matemática apresentados, seria através de ponderações dos índices dos Estados e do DF pela partição relativa destas unidades na produção nacional.

O processo de ponderação deve ser realizado em dois estágios, o primeiro quanto à participação relativa das unidades em relação ao Brasil, como apresenta a tabela 4.15, e o segundo quanto à participação das unidades em relação à região à qual elas pertencem, conforme a tabela 4.16.

Tabela 4.15 Indicador nacional de crescimento da PTF

Unidades	Taxa 1970-96	Média ¹	Influência ²
1-Rondônia	26%	0,47%	0,12%
2-Acre	-61%	0,21%	-0,13%
3-Amazonas	-77%	0,71%	-0,54%
4-Roraima	-59%	0,08%	-0,05%
5-Pará	3%	1,71%	0,05%
6-Amapá	-39%	0,04%	-0,01%
7-Maranhão	-67%	1,80%	-1,20%
8-Piauí	-30%	0,71%	-0,21%
9-Ceará	22%	1,78%	0,40%
10-Rio G. Norte	53%	0,65%	0,34%
11-Paraíba	30%	1,18%	0,35%
12-Pernambuco	56%	2,87%	1,61%
13-Alagoas	27%	1,62%	0,43%
14-Sergipe	30%	0,68%	0,20%
15-Bahia	-55%	5,23%	-2,87%

16-Minas Gerais	201%	12,38%	24,82%
17-Espírito Santo	25%	2,34%	0,58%
18-Rio de Janeiro	191%	1,89%	3,60%
19-São Paulo	250%	18,84%	47,12%
20-Paraná	191%	11,50%	21,99%
21-Santa Catarina	243%	6,22%	15,10%
22-Rio G. do Sul	191%	14,40%	27,51%
23-Mato Grosso	638%	6,73%	42,95%
24-Goiás	425%	5,85%	24,86%
25-Distrito Fed.	866%	0,14%	1,20%
26- Brasil	239%	100,00%	208,21%

¹ Participação média da unidade em relação ao Brasil, dos períodos 1970 e 1996

² Participação média vezes a taxa de crescimento

A segunda coluna da tabela 4.15 traz a taxa de crescimento da unidade no período de 1970 a 1996. A terceira apresenta participação relativa desta unidade em relação ao Brasil, e como consequência da ponderação destas colunas, tem-se, na quarta, a influência da unidade em um indicador nacional de crescimento. A taxa de crescimento obtida para o Brasil pela forma alternativa de cálculo foi de 208% no período, próxima à taxa de 239% obtida pela forma anterior.

Os indicadores regionais alternativos foram calculados ponderando a taxa de crescimento da unidade pela participação da unidade na região. A tabela 4.16 aponta os resultados.

Tabela 4.16 Indicador regional de crescimento

Unidades	Taxas 70-96 ¹	Influência ²	Índice regional ³
1-Rondônia	26%	14,7%	3,8%
2-Acre	-61%	6,6%	-4,0%
3-Amazonas	-77%	22,0%	-17,0%
4-Roraima	-59%	2,4%	-1,4%
5-Pará	3%	53,2%	1,4%
6-Amapá	-39%	1,1%	-0,4%
7-Norte	-20%	100,0%	-17,7%
8-Maranhão	-67%	10,9%	-7,2%
9-Piauí	-30%	4,3%	-1,3%
10-Ceará	22%	10,8%	2,4%
11-Rio G Norte	53%	3,9%	2,1%
12-Paraíba	30%	7,1%	2,1%
13-Pernambuco	56%	17,4%	9,8%
14-Alagoas	27%	9,8%	2,6%
15-Sergipe	30%	4,1%	1,2%
16-Bahia	-55%	31,7%	-17,4%
17-Nordeste	-17%	100,0%	-5,6%
18-Minas Gerais	201%	34,9%	70,0%
19-Espírito Santo	25%	6,6%	1,6%
20-Rio de Janeiro	191%	5,3%	10,1%
21-São Paulo	250%	53,2%	133,0%
22-Sudeste	255%	100,0%	214,8%

23-Paraná	191%	35,8%	68,5%
24-Santa Catarina	243%	19,4%	47,0%
25-Rio G. do Sul	191%	44,8%	85,6%
26-Sul	224%	100,0%	201,1%
27-Mato Grosso	638%	52,9%	337,5%
28-Goiás	425%	46,0%	195,4%
29-Distrito Fed.	866%	1,1%	9,4%
30-Centro-Oeste	524%	100,0%	542,3%

¹ Indicadores de crescimento. ² Participação da unidade na região.

³ Influência da unidade no indicador regional e indicador regional (somatório das unidades).

Tabela 4.17 Taxas anuais de crescimento da PTF

Unidades	Malmquist¹	Ponderação¹
1-Norte	-0,70%	-0,63%
2-Nordeste	-0,61%	-0,21%
3-Sudeste	5,00%	4,51%
4-Sul	4,63%	4,34%
5-Centro-oeste	7,30%	7,42%
6-Brasil	4,81%	4,43%

¹ Taxas anuais de crescimento

A tabela 4.17 apresenta uma comparação entre as taxas anuais de crescimento regionais e nacional, obtidas através do índice de Malmquist e pelo processo de ponderações. Fica evidente que tanto os indicadores calculados pelo modelo como os obtidos através da ponderação não são tão distantes e apontam para um mesmo sentido.

Este fato corrobora na afirmação de que a inclusão das regiões e do Brasil no modelo de análise possibilitou a obtenção de indicadores consistentes dos agregados regionais e nacional.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do modelo de avaliação de produtividade, que teve como base o índice de Malmquist e Análise de Envoltória de Dados, permitiu a obtenção de resultados relacionados à agropecuária brasileira e ao processo de inovação tecnológica no período analisado. Pôde-se verificar que o processo de evolução tecnológica não foi distribuído de modo uniforme, sendo que algumas regiões participaram com maior intensidade do que outras que inclusive sofreram regresso tecnológico.

O problema das disparidades regionais já era esperado como se havia destacado anteriormente. De acordo com o trabalho de Monteiro (1985), a geração de tecnologia agropecuária está atrelada aos grupos de interesse. Sendo que as regiões Sul e Sudeste e, posteriormente, a Centro-Oeste se beneficiaram da ação destes

grupos. Dentre os componentes destes grupos, pode-se destacar o governo que, visando o aumento das exportações, incentiva a produção de bens exportáveis, e as regiões citadas possuem as condições mais favoráveis para a produção destes bens. As multinacionais também fazem parte destes grupos e, devido às condições edafoclimáticas das regiões Sul, Sudeste e parte do Centro-Oeste serem similares às de seus países de origem, existe a possibilidade da comercialização de seus produtos sem necessidade de grandes investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Por fim, a ação dos próprios empresários rurais destas regiões, que, diante de seu maior desenvolvimento capitalista e organizacional, exigem soluções para seus problemas. Desta forma, as regiões Nordeste, e principalmente a Norte, parecem ter sido excluídas do processo de evolução tecnológica, chegando estas a apresentarem taxas negativas de crescimento da PTF³⁷.

Outra questão importante a se destacar é o fato de a PTF da agropecuária brasileira estar crescendo a taxas decrescentes, 7,71% a.a. de 1970 a 1980 e 4,81% a.a. com a inclusão do período subsequente. O principal problema, neste caso, é que a produtividade é fator fundamental para a competição neste setor e, segundo trabalhos da EMBRAPA, Brasil (1992) apud Gasques e Conceição (1997), o Brasil ainda apresenta um potencial muito elevado para realizar ganhos de produtividade. Como mencionado, os ganhos de produtividade foram proporcionados com maior intensidade pela evolução tecnológica. Sendo assim, as taxas decrescentes podem estar relacionadas à diminuição das inovações tecnológicas. Esta questão também foi levantada pelos autores citados.

Quanto à localização das taxas decrescentes, a análise regional possibilitou averiguar que estas estavam mais relacionadas às Regiões Sul e Sudeste que apresentaram queda nas taxas de crescimento com a inclusão do período posterior aos anos 80. No caso da região Centro-Oeste, pôde-se verificar um aumento nas taxas com a consideração do período posterior aos anos 80. Como as regiões Sul e Sudeste têm o maior peso na agropecuária nacional, as taxas para o Brasil foram influenciadas por estas regiões.

³⁷ As taxas negativas de crescimento apresentadas por estas regiões não são tão inesperadas, por exemplo, Monteiro (1985) mostra que o rendimento por ha da cultura do Algodão no Nordeste caiu mais de 50% entre 1940 e 1980.

Por fim, ainda é interessante salientar que a pujança do setor agropecuário brasileiro, baseada em uma produção agropecuária tecnificada e competitiva, não está difundida por todo o país, mas sim localizada em certas regiões.

Estes comentários descritos no parágrafo anterior são freqüentemente realizados por revista e jornais baseados mais na análise de dados desagregados e opiniões do que no senso empírico. Porém, como se pode observar, os resultados do trabalho e estas afirmações estão estreitamente relacionadas.

No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões e recomendações.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após realizada a análise sobre a agropecuária brasileira, expõe-se algumas conclusões e apresenta-se algumas recomendações sobre o tema.

5.1 CONCLUSÕES

Destaca-se que o objetivo central deste trabalho é o de avaliar a evolução tecnológica e o crescimento da PTF do setor agropecuário brasileiro, frente ao processo de inovações ocorridas no período de 1970 a 1996. Após realizada a aplicação do modelo de avaliação do desempenho, chegou-se a importantes conclusões. Porém, antes de apresentá-las, vale ressaltar que o índice Malmquist de produtividade total dos fatores desdobra as alterações de produtividade em deslocamentos das unidades em relação à fronteira e mudança da fronteira, ou progresso técnico. Os resultados relativos ao deslocamento das unidades em relação à fronteira tecnológica, como já destacado, estão mais relacionados ao processo de difusão das tecnologias já existentes. O progresso técnico ou deslocamento da fronteira está vinculado ao surgimento de inovações tecnológicas.

No caso desta análise, de um modo geral, os resultados relativos ao deslocamento das unidades em relação a fronteira não se mostraram expressivos quanto aos resultados referentes ao progresso técnico. Este fato, provavelmente, está associado ao fato de o Brasil apresentar um baixo nível de utilização de tecnologias no setor agropecuário no início do período da análise e passar por um processo intenso de inovações durante o período de tempo compreendido, conforme verificado pelos resultados do trabalho. Então a mudança técnica foi o componente que mais influenciou o índice de produtividade total dos fatores.

De acordo com os resultados é evidente que a fronteira tecnológica múltipla do setor agropecuário brasileiro evoluiu a taxas expressivas no período de análise,

1970-96. Também ficou claro que a evolução tecnológica não foi distribuída de modo uniforme pelo país.

Quanto à distribuição espacial da evolução tecnológica, pode-se observar que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, bem como as unidades componentes destas regiões, foram quem mais participaram do processo de inovações, apresentando resultados expressivos de evolução anual. Em consequência, também foram estas as unidades que mostraram os maiores indicadores de produtividade total dos fatores.

Por outro lado as regiões Norte e Nordeste apontaram resultados bem aquém daqueles apresentados pelas outras regiões já citadas. Este fato deve estar associado à estrutura agrária destas regiões e ao baixo nível organizacional dos agentes produtores, que, com exceção de alguns grupos, não tem potencial reivindicatório.

O caso da região Norte é o mais preocupante, pois esta parece ter participado com menor intensidade do processo de evolução tecnológica ou nem ter participado. Sendo que as unidades desta região, exceto o Estado de Rondônia, apresentaram regresso técnico. Os indicadores de produtividade total dos fatores para estas unidades seguiram o comportamento do indicador de mudança técnica e foram, na maioria, negativos.

A região Nordeste foi outra que não apresentou resultados expressivos quanto ao progresso tecnológico. Algumas unidades desta região tiveram progresso técnico, porém muito inferior aos obtidos pelas unidades das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Por outro lado, Estados importantes para esta região como Bahia, Maranhão e Piauí, exibiram resultados negativos, prejudicando ainda mais o desempenho da mesma. Em função destes fatores, os indicadores de PTF do Nordeste também foram inferiores ao da média nacional. Outro fator que marcou esta região foi a expressiva perda de participação relativa na produção agropecuária brasileira ocorrida entre 1970 e 1996.

Genericamente, pode-se dizer que os indicadores de PTF, baseados no índice de Malmquist, foram influenciados, com maior intensidade, pelo componente evolução tecnológica do que em função do deslocamento das unidades em relação à fronteira. Os maiores indicadores de PTF foram os apresentados pelas regiões Sul e Sudeste e Centro-Oeste, bem como pelas unidades componentes delas. As regiões Norte e Nordeste, bem como a maioria das unidades componentes destas, parecem

não ter participado ou se adequado ao processo de modernização, refletindo indicadores de PTF baixos ou até negativos . Estes resultados podem estar refletindo que as tecnologias desenvolvidas foram mais adequadas para as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do que para a Norte e Nordeste, que possuem condições edafo-climáticas diferentes.

Pode-se verificar no trabalho que os aumentos da produção não estavam mais vinculados, necessariamente, à expansão da área utilizada. Desta forma, ganhos de produção passaram a ser obtidos também em função de ganhos de produtividade.

Outro fato, preocupante, a ser destacado se dá em relação ao nível de desenvolvimento. Pôde-se observar que as regiões Sul e Sudeste apresentavam os maiores indicadores parciais no início do período da análise. Em função desta observação, pode-se inferir que estas regiões já apresentavam um nível tecnológico superior ao das outras regiões. Somente a região Centro-Oeste conseguiu apresentar níveis de evolução tecnológica compatíveis com os da Sul e Sudeste. Sendo que as regiões Norte e Nordeste apresentaram indicadores de evolução tecnológica bem inferiores, apesar do provável nível tecnológico, conforme indicadores parciais que estas apresentavam no início da análise.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Todo estudo ou pesquisa visa atender um objetivo, propor soluções a um problema, ou mesmo aumentar o conhecimento sobre um problema. Porém, no decorrer de uma pesquisa, novas e diferentes questões vão surgindo sem que a maioria delas possam ser solucionadas em conjunto com o tema central do estudo. Desta forma, apresenta-se neste tópico do trabalho algumas questões consideradas relevantes para estudos futuros.

Como foi observado, os Estados das regiões Norte e Nordeste apresentaram indicadores de evolução tecnológica e de produtividade total dos fatores bem inferiores aos apresentados pelas outras regiões brasileiras. Diante deste fato, considera-se interessante investigar de uma forma mais detalhada quais os problemas que estão relacionados aos baixos padrões de evolução tecnológica demonstrados por estas regiões. A estrutura agrária, a falta de uma classe rural dinâmica e as condições edafo-climáticas distintas das outras regiões devem estar ocasionando este atraso. E,

conseqüentemente, propor alternativas para incrementar o desenvolvimento para estas unidades.

Pôde-se observar que unidades importantes como São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, dentre outras, apesar de terem aumentado a produção e ainda terem apresentado indicadores crescentes de PTF, diminuíram a área utilizada. Este fato pode estar relacionado a diversos fatores como: preço dos produtos e incentivos ao plantio, como crédito. Porém, considera-se interessante verificar as causas relacionadas à queda da área utilizada por estas unidades, pois, se os problemas estiverem relacionados à degradação dos solos ou fator similar, medidas urgentes devem ser adotadas.

Outra questão importante a ser aprofundada refere-se à queda na taxa do crescimento da produtividade total dos fatores para o Brasil, apresentada a partir dos anos 80. O Brasil ainda possui um potencial muito grande para ganhos de produtividade, conforme destacado. Conseqüentemente, considera-se fundamental averiguar se a queda está relacionada à falta de incentivos à pesquisa, a qual estaria resultando na diminuição do processo de inovações, ponto crucial para a manutenção da competitividade do setor.

O trabalho utiliza dados agregados, sendo que o menor nível de agregação foi o estadual. Neste caso, resultados mais detalhados sobre o comportamento das diferentes regiões integrantes dos Estados, que, na maioria, são maiores do que alguns países, não são conhecidos. Conseqüentemente, não se sabe, por exemplo, se todo o Estado da Bahia está apresentando resultados negativos ou se existe diferença no desempenho das regiões componentes desta unidade, ou ainda, se todo o Estado de Goiás apresentou aquelas expressivas taxas de crescimento ou se estas são localizadas em determinadas partes. Deste modo, seria interessante fazer um estudo mais desagregado, possibilitando assim uma melhor compreensão sobre as regiões dos Estados. Este tipo de estudo possibilitaria a adoção de políticas para a correção de disparidades intra-estadual.

Como destacado, no trabalho, o modelo utilizado na avaliação da produtividade da agropecuária brasileira considera retornos de escala constantes e forte descartabilidade de insumos e produtos. Diante de tal fato considera-se interessante desenvolver trabalhos visando amenizar essas restrições.

Por fim, vale destacar que o modelo de análise do trabalho teve como objetivo central avaliar a evolução da fronteira tecnológica brasileira e o crescimento da produtividade total dos fatores do setor agropecuário brasileiro, ou seja, uma análise da evolução temporal das unidades. Conseqüentemente, existe um espaço para desenvolver estudos baseados nas técnicas de Análise de Envoltória de Dados visando a comparação entre as unidades e a adoção das melhores práticas utilizadas.

Referencias bibliográficas

- ALBUQUERQUE, M . C. C. de, NICOL, R. **Economia agrícola**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1987.
- ALVES, E. E., CONTINI, E. A modernização da agricultura brasileira. In: Brandão, A. S. P. **Os principais problemas da agricultura brasileira: análise e sugestões**. Rio de Janeiro, *IPEA/INPES*, 1988, p. 49-97.
- AVILA, A. F. D. e EVENSON, R. **Total factor productivity growth in brazilian agriculture and the role of agricultural research: an analysis by sector and agro-ecological zones**. Brasília: EMBRAPA, agosto, 1994, 45 p.(mimiografado).
- BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, p. 1078-1092, 1984.
- BARROS, J. R., M. de, MANOEL A. Insumos agrícolas: evolução recente e perspectivas. In: BRANDÃO, A. S. P. **Os principais problemas da agricultura brasileira: análise e sugestões**, Rio de Janeiro, *IPEA/INPES*, 1988, p. 295-332.
- BEDÊ, M. A., SANTOS, R. C. dos. Produtividade total dos fatores na siderurgia brasileira: 1980-1991. **Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade**. Brasília, n. 1, p. 19-30, Junho, 1994.
- BONELLI, R., FLEURY, F. P., FRITSCH, W. Indicadores microeconômicos de desempenho competitivo. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 3-19, abril/junho, 1994.
- BRUM, Argemiro J. **O Desenvolvimento Econômico Brasileiro**. 11. ed. Ijuí: *Vozes*, 1991, 312 p.
- BUREAU, J. C., FARË, R., GROSSKOPF, S. A comparison of three nonparametric measures of productivity growth in European and United States agriculture. **Journal of Agricultural Economics**, v. 46, n. 3, p. 309-326, September, 1995.
- CAVES, D. W., CHRISTENSEN, L. R., DIEWERT, W. E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1393-1414, November, 1982.
- CHARNES, A., COOPER, W., RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operations Research**, 2 (6), p. 429-444, 1978.
- FÄRE, R., GROSSKOPF, S., LOVELL, C. A. K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 295p.

FÄRE, R., GROSSKOPF, S., LEE, Wen-fu. Productivity in Taiwanese manufacturing industries. **Applied Economics**, v. 27, p. 259-265, 1995.

FARREL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series A, 120, part 3, p. 253-281, 1957.

FEIJÓ, Carmem A., CARVALHO, P. Gonzaga M. de. Sete teses equivocadas sobre o aumento da produtividade industrial nos anos recentes. **Boletim de Conjuntura Industrial**, v. 14, n. 2, p. 109-121, jun. 1994.

FERGUSON, C. E. **Microeconomia**. 16. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1992, 610p.

FRIED, Harold O., LOVELL, C. A. K., SCHMIDT, S. S. **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. New York: Oxford University Press, 1993, 425 p.

FIBGE. Anuário estatístico do Brasil. 1972, 1981 e 1996.

FIBGE. Censos agropecuários do Brasil. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários de Rondônia. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Acre. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Amazonas. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários de Roraima. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Pará. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Amapá. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Piauí. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Ceará. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários do Rio Grande do Norte. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários da Paraíba. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários de Pernambuco. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários de Alagoas. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários de Sergipe. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

FIBGE. Censos agropecuários da Bahia. 1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.

- FIBGE. Censos agropecuários de Minas Gerais.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Espírito Santo.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Rio de Janeiro.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários de São Paulo.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Paraná.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários de Santa Catarina.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Rio Grande do Sul.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Mato Grosso do Sul. 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Mato Grosso.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários de Goiás.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- FIBGE. Censos agropecuários do Distrito Federal.1970, 1975, 1980, 1985 e 1995.
- GASQUES, J. G. e R. da CONCEIÇÃO, J. C. P. **Crescimento e produtividade da agricultura brasileira.** Brasília: IPEA, 1997. (Texto para discussão, Nº 502).
- GERREIRO, E. Produtividade do trabalho e da terra na agropecuária paranaense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 34, n. 1 e 2, jan./jun. 1996.
- GOYOS JUNIOR, D. de N. O mito do 'social dumping.' **Folha de São Paulo**, São Paulo, 20 dez. 1995. Editoria: dinheiro, p. 2-2.
- HAYAMI, Y., RUTTAN, V. W. Agricultural productivity differences among the countries, *Am. Econ. Rev.* 40, 895-911, 1970.
- HAYAMI, Y., RUTTAN, V. W. Agricultural development: an international perspective. Baltimore, J.Hopkins press, 1985
- HOFFMANN, R. JAMAS, A. L. A produtividade da terra e do trabalho na agricultura de 332 microrregiões do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 28, Florianópolis, 1990, **Anais...** p. 21-41.
- INTRILIGATOR, M. D. **Econometrics models:** techniques & applications. Prentice-Hall, 1978.

- JONES, H. G. **Modernas teorias do crescimento econômico**: uma introdução. São Paulo: Atlas, 1979.
- KAGEYMA, A. A., SILVA, J. Graziano da. Produtividade e emprego na agricultura brasileira. In: **Desenvolvimento capitalista no Brasil**: ensaios sobre a Crise, n.2, Brasiliense, p. 192-222, 1983.
- KAGEYAMA, A. A. E HOFFMANN, R. O crescimento do produto da agropecuária brasileira na década de 70 In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA, 6., São Paulo, 1984. **Anais...** São Paulo: SBE, 525 p., p. 215-244.
- KAO, C., YANG, Y. C. Reorganization of forest districts via efficiency measurement. **European Jurnal of Operational Research**, 58, p. 356-362, 1992.
- KOOPMANS, T. C. An analysis of production as an efficient combination of activities. In: KOOPMANS, T. C., **Activity analysis of production and allocation**, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph n° 13. New York: Johon Weley and Sons, inc. 1951.
- LANZER, E. A. **Programação linear**: conceitos e aplicações. 2.ed. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1988, 258 p.
- LEMOES, J. De J. S., FERNANDES, A. J., BRANT, S. A. Produtividade de fatores, retornos de escala e desenvolvimento agrícola. **Revista de Economia Rural**, v. 22, n. 3, jul./set. 1984.
- MARX, Karl. **O capital**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984, (Coleção “Os economistas”).
- MATTUELLA, J. L., FENSTERSELFER, J. E. , LANZER, E. A. **Concorrência e vantagem competitiva**. Documento para estudo, n. 7, PPGA, UFRGS, 1994.
- MELLO, F. H. de. O crescimento agrícola brasileiro dos anos 80 e as perspectivas para os anos 90. **Revista de Economia Política**, v. 10, n 3 (39), julho-setembro, 1990.
- MONTEIRO, J. DE ANCHIETA. **A geração de tecnologia agrícola e a ação de grupos de interesse**. São Paulo, IPE – USP, 1985
- MUELLER, C. C. **Agropecuária**: Brasil em números. Rio de Janeiro: IBGE, p. 169-186, 1997.
- NETO, J. S., EDWARD, J. O Brasil que agüenta o tranco. **Revista Veja**, São Paulo, 19 de maio, 1999. Editoria: Vida brasileira, p. 122-127.

- NISHIMIZU, M., PAGE, J. M. Total factor productivity growth, technological progress and technical efficiency change: Dimensions of productivity change in Yugoslavia 1965-78. **Economic Journal**, 92, p. 920-936, 1982.
- NORMAN, M., STOKER, B. **Data Envelopment Analysis: the assessment of performance**. John Wiley, Chichester, England, 1991. 258 p.
- OLIVEIRA, ROBERO DE. Controle natural reduz uso de veneno. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 04 agosto. 1998. Editoria: agrofolha, p. 5.
- PEREIRA, M. F., SILVEIRA, J. S., LANZER E. A. Mudanças na produtividade de hospitais universitários: O enfoque não-paramétrico de Malmquist". In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 27. Vitória, 1995. **Anais...** . Rio de Janeiro: SOBRAPO, 1995.
- PEREIRA, M. F., SILVEIRA, J. S., LANZER E. A. Measurement of the productivity changes at Brazilian agriculture using non-parametric approach. In Annual conference of Operational Research Society, 40, 1998, Lancaster, UK, **Conference Handbook**, 1998, Lancaster, England.
- PEREIRA, M. F., SILVEIRA, J. S., LANZER E. A. Mudança da eficiência do uso dos fatores trabalho e terra na agricultura brasileira, frente à intensificação do uso de insumos modernos. In ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13 e CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA INDUSTRIAL, 4, 1998, Niterói. **Anais...** Petrópolis, R.J.: Vozes, 1998.
- PERIRA, L. P e LUGNANI, A. C. Novos rumos da agricultura paranaense na década de 80. **Est. Econ.**, São Paulo, v.21, n. 3, p. 351-378, set./dez. 1991.
- PEREIRA, L. P. O estado e o desempenho da agricultura paranaense no período de 1975-85. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 30, n.2, p.115-133, abr./jun. 1992.
- PIESSE, J.E., THIRTLE, C. e ZYL, J. van. Effects of the 1992 drought on productivity in the South African homelands: an application of the Malmquist index. **Journal of Agricultural Economics**, 47 (2), p. 247-254, 1996.
- PINAZZA, A. H., NORONHA, J. F. de. Análise das relações produtividade-preço em cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro. **Revista de Economia Rural**, v. 18, n. 4, out./dez., 1980.
- PINDYCK, R. S., RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Markron Books, 1994.
- PORTER, Michael. **Estratégia competitiva**. São Paulo: Campus, 1991.
- RIBEIRO, A. L. Colheita da safra acelera as vendas de máquinas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 01 fev. 1994. Editoria: agrofolha, p. 6-6.

- RIBEIRO, C. A. C. e CAMARGO, M. L. G. Programas de produtividade no setor público: uma discussão a cerca de alguns elementos básicos. **Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade**. Brasília, n. 1, p. 65-80, junho, 1994.
- RICARDO, D. **Princípios de economia política e tributação**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984, (Coleção “Os economistas”).
- ROSSETTI, J. Paschoal. **Introdução à Economia**. 17. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1997, 922 p.
- ROSSI, C. Terra é o que mais tem. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 02 ago. 1995. Editoria: opinião, p. 1-2.
- RUGGIERO, John. Efficiency of educational production: an analysis of New York School districts. **The Review of Economics and Statistics**, v. 78, n. 03, p. 499-509, august, 1996.
- SANTOS, R. F. Análise crítica da interpretação neoclássica do processo de modernização da agricultura brasileira. **Revista de Economia Política** v. 8, n. 3, p. 131-148, 1988.
- SEIFORD, L. M. A bibliography of Data Envelopement Analysis (1978-1990). Version 5.0. **Technical report**, University of Massachusetts, 1990.
- SEIFORD, L. M. Data Envelopement Analysis: The evolution of the state of the art (1978-1985). **The Journal of Productivity Analysis**, n. 7, p. 99-137, 1996.
- SILVA, S. S. Sobre a estrutura de produção no campo. In: Desenvolvimento capitalista no Brasil, n. 2 – Ensaio sobre a Crise, Brasiliense, p. 177-191, 1983.
- SILVA, G. L. S. P., CASER, V. D., VICENTE, J. R. Efeitos das condições do tempo sobre a produtividade agrícola no Estado de São Paulo. **Revista de Economia Rural**, v. 23, n. 1, jan./mar. 1985.
- SMITH, Adam. **A riqueza das nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984, (Coleção “Os economistas”).
- TATJÉ, E. G., LOVELL, C. A. K. **A new decomposition of the Malmquist productivity index** Working paper, 93-04, Department of Economics, University of North Carolina, 1993.
- TULKENS, H. On FDH efficiency analysis: some methodological issues and applications to retail banking, courts, and urban transit. **The Journal of Productivity Analysis**, 4, p. 183-210, 1993.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Como fazer referências bibliográficas**. Disponível na internet. [http://www.bu.ufsc.br/SUMARIO](http://www.bu.ufsc.br/SUMARIO.HTML). HTML 22 de outubro de 1998.

VALENTE, E. Observação sobre a produtividade da agricultura brasileira. **Revista Indicadores da Qualidade e Produtividade**. Brasília, n. 1, p. 45-64, junho, 1994.

VARIAN, Hal. R. **Microeconomia: princípios básicos**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

VILLELA, A., SILVA R. Ganhos de produtividade: Aspectos conceituais e implicações econômicas. **Revista do BNDES**. Rio de Janeiro, n.02, v. 01, p. 77-98, 1994.

TREVIZAN, S. Dal P. Estrutura fundiária e produtividade na região cacaueira da Bahia, Brasil. **Revista de Economia Rural**, v. 22, n. 4, out./dez. 1984.

Anexo A

Progresso tecnológico e medidas de distância

Progresso tecnológico

Pode-se chamar, os processos de produção disponíveis de tecnologia. O progresso tecnológico seria um avanço nesta tecnologia, ou processos, disponíveis. Existindo desta forma a possibilidade de aumento da relação produtos/insumos, ou seja produzir a mesma quantidade com menos insumos, ou ainda produzir mais com os mesmos insumos.

A fronteira de produção representa o limite tecnológico, ou a produção que poderia ser alcançada com a melhor tecnologia disponível.

Um estado tecnológico, segundo Pindyck e Rubinfeld (1994) seria um determinado estado do conhecimento a respeito dos diversos métodos que poderiam ser utilizados para transformar insumos em produtos. Como pôde-se observar na definição, podem existir vários estados tecnológicos, entretanto, a fronteira de produção ou fronteira tecnológica, sempre vai expressar a possibilidade de transformação da tecnologia mais avançada disponível.

A fronteira de produção só vai ser deslocada ou modificada com o surgimento de novos processos de produção, com o decorrer do tempo, como apresenta o gráfico da figura 01.

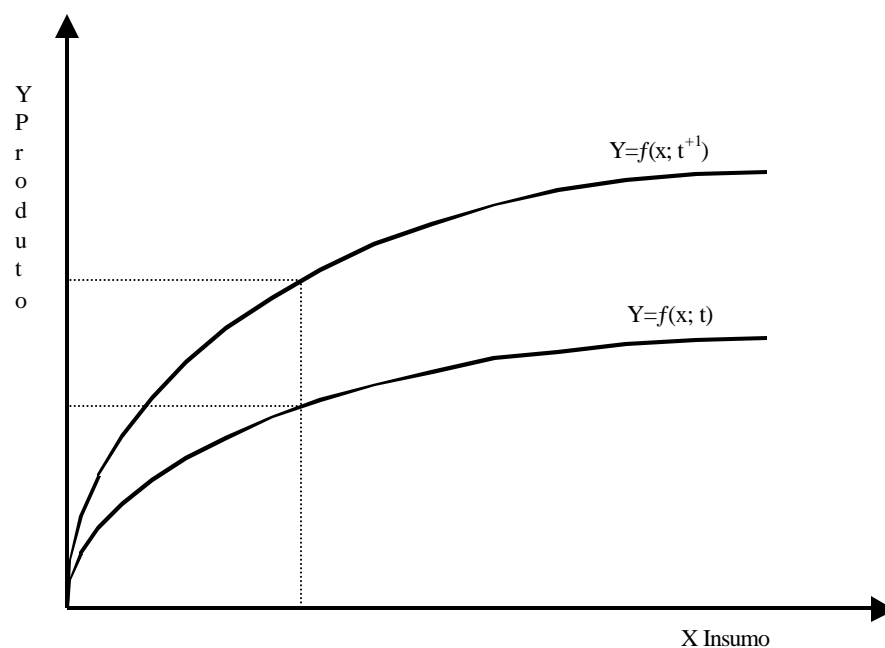


Figura 1: Gráfico da função de produção deslocada no tempo.

Os novos processos podem permitir transformar os mesmos insumos em mais produtos, ou a manutenção do mesmo nível de produção, com um menor uso de insumos. Isso é o que representa o progresso tecnológico. Com esta possibilidade entra mais uma variável no espaço de produção, o tempo. Isso modifica a representação do espaço viável de produção, pois, a relação entre os insumos e produtos do momento t , pode ser diferente entre a relação dos insumos e produtos no momento $t+1$.

O progresso tecnológico também pode ser representado através das isoquantas. Nesse caso, quando existe progresso tecnológico, as isoquantas deslocam-se no sentido da origem. A Figura 2 contém um gráfico das isoquantas unitárias, que representam o mesmo nível de produto $y = 10$. As isoquantas foram deslocadas no tempo, em função do progresso técnico. Como pode-se observar no deslocamento do tempo de t para $t+1$, pelo menos 1 insumo foi menos utilizado. Por exemplo, na mudança de a para a' , houve uma redução no insumo mão-de-obra (L) de quatro para duas unidades, e o insumo capital permaneceu inalterado.

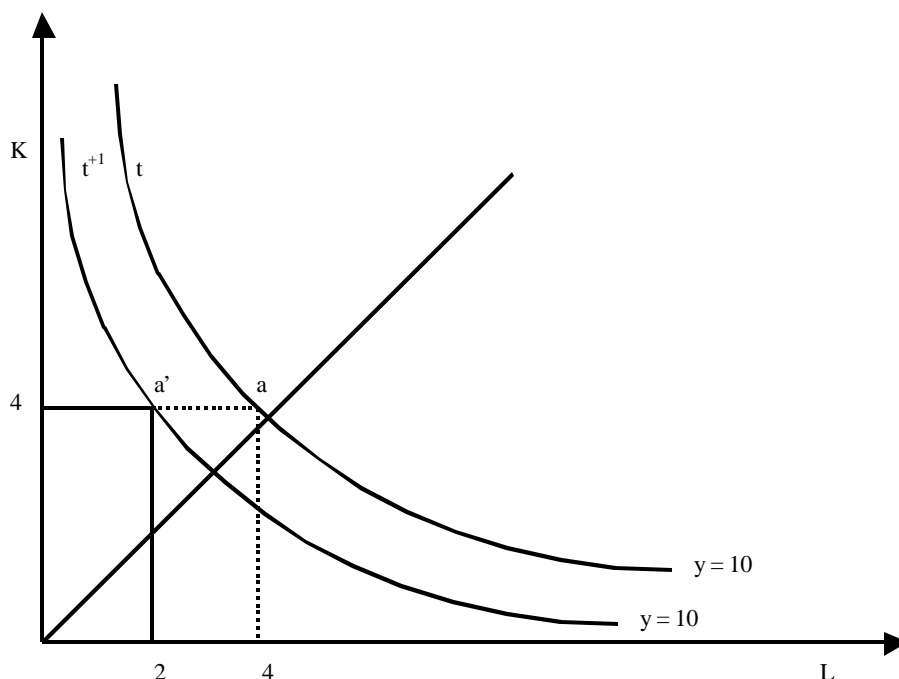


Figura 2: Gráfico do progresso técnico representado por isoquantas.

distância da fronteira tecnológica

A distância de uma unidade em relação a fronteira de produção, pode se obter com base nas medidas de distancia radiais, ou reduções equiporcionais, baseadas nos conceitos de Farrell (1957). No caso os pontos A, A', B, C e D apresentam o mesmo nível de produto, entretanto o ponto B possui uma menor relação produto/insumo, pois esse não se encontra na isoquanta unitária eficiente (IUE), onde estão as unidades, que podem ser chamadas tecnicamente eficientes.

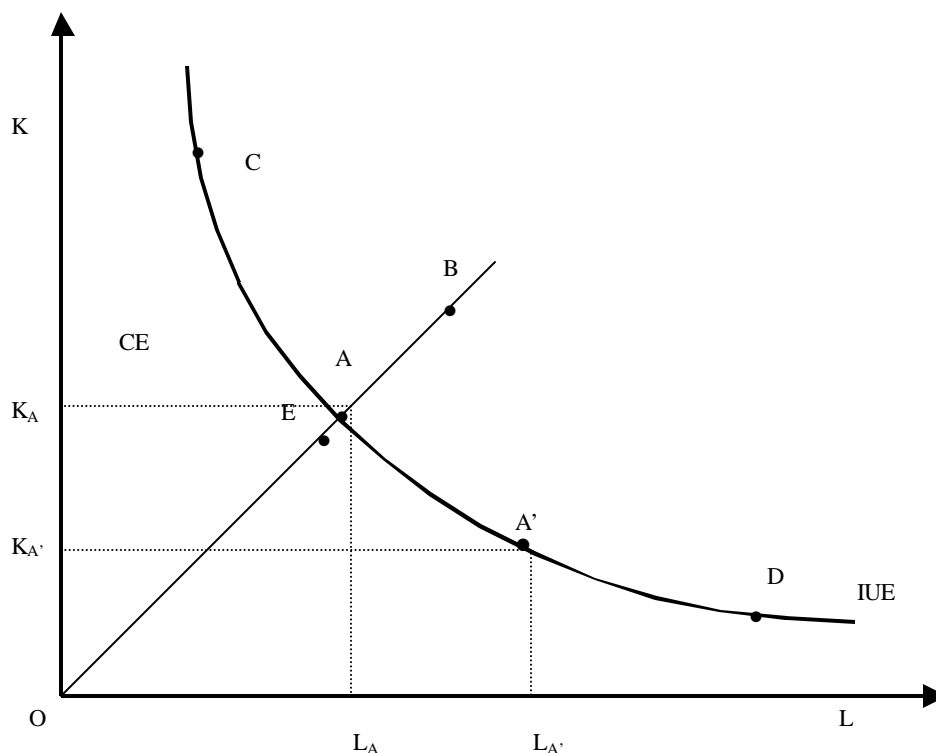


Figura 2: Gráfico das medidas de distância equiporcionais baseadas no trabalho de Farrell.

Também pode ser observado que as unidades A e B utilizam os dois insumos na mesma razão, porém A os utiliza em menor quantidade. Deste modo, A produz a mesma quantidade que B utilizando somente a fração OA/OB dos fatores que B consome. Desta forma, pode-se definir OA/OB como o indicador de eficiência técnica de uma unidade produtiva B ou como uma medida de distância de B em relação a fronteira tecnológica.

Se o indicador for igual a 1 (ou 100%) a unidade é eficiente (OA/OA), se o índice for menor que 1 essa unidade apresentará um grau de ineficiência proporcional a magnitude do indicador, ou seja, quanto mais distante de 1 mais ineficiente. O superior nível de eficiência de A em relação a B poderia ser

expressado de outra forma, como por A produzindo OB/OA vezes mais que B com a mesma quantidade de insumo.

Como pôde-se observar aumentos na relação produtos insumos, ou seja, aumentos de produtividade conduziram a unidade B no sentido da fronteira tecnológica.

Norman e Stoker (1991) e Ruggiero (1996) destacam que a idéia de análise de eficiência através de reduções equiproporcionais foi a base para o desenvolvimento dos modelos não-paramétricos de Análise de Envoltório de Dados (DEA), no final dos anos 70.

Pode-se concluir através do exposto que aumentos de produtividade podem ser alcançados pelo deslocamento da fronteira de produção ou pela diminuição da distância das unidades, que não fazem parte de fronteira de produção, em relação a fronteira de produção

Anexo B

Os dados foram extraídos dos Senso Agropecuários do IBGE, conforme referência bibliográfica.

Tabelas de participação relativa

Tabela 01: Participação relativa das principais culturas temporárias, no total da produção das culturas temporárias dos Estados, regiões e do Brasil, 1980¹.

Unidades 1980	Culturas Temporárias	Algodão (Preço)	%	Amendoim (Preço)	%	Arroz (Preço)	%
1-Rondônia	2.351.068	7.111	0,3%	12.168	0,5%	865.895	36,8%
2-Acre	1.091.388	-	0,0%	3.793	0,3%	235.762	21,6%
3-Amazonas	5.776.132	-	0,0%	-	0,0%	118.582	2,1%
4-Roraima	390.550	-	0,0%	118	0,0%	183.502	47,0%
5-Pará	12.733.435	42.885	0,3%	8.879	0,1%	2.302.668	18,1%
6-Amapá	193.353	-	0,0%	-	0,0%	20.183	10,4%
7-Norte	22.535.926	49.996	0,2%	24.958	0,1%	3.726.592	16,5%
8-Maranhão	16.797.190	34.212	0,2%	65.133	0,4%	9.666.876	57,6%
9-Piauí	4.263.115	89.784	2,1%	3.572	0,1%	1.117.304	26,2%
10-Ceará	9.219.205	963.314	10,4%	9.381	0,1%	648.295	7,0%
11-Rio G. Norte	5.292.668	828.242	15,6%	153	0,0%	63.597	1,2%
12-Paraíba	8.846.605	1.052.505	11,9%	13.793	0,2%	137.282	1,6%
13-Pernambuco	27.495.783	302.021	1,1%	1.271	0,0%	148.605	0,5%
14-Alagoas	20.020.230	399.136	2,0%	7.722	0,0%	156.267	0,8%
15-Sergipe	3.295.183	26.145	0,8%	7.784	0,2%	173.448	5,3%
16-Bahia	21.720.277	674.797	3,1%	31.492	0,1%	655.281	3,0%
17-Nordeste	116.950.256	4.370.156	3,7%	140.301	0,1%	12.766.955	10,9%
18-Minas Gerais	53.708.687	1.194.346	2,2%	87.952	0,2%	6.354.557	11,8%
19-Espírito Santo	4.231.295	-	0,0%	3.392	0,1%	437.792	10,3%
20-Rio de Janeiro	9.249.245	471	0,0%	2.200	0,0%	877.520	9,5%
21-São Paulo	116.742.987	9.269.032	7,9%	2.725.698	2,3%	3.759.459	3,2%
22-Sudeste	183.932.214	10.463.849	5,7%	2.819.242	1,5%	11.429.328	6,2%
23-Paraná	113.265.987	7.702.683	6,8%	355.131	0,3%	2.638.426	2,3%
24-Santa Catarina	38.278.513	48	0,0%	52.355	0,1%	2.408.995	6,3%
25-Rio G. do Sul	125.435.543	245	0,0%	120.862	0,1%	25.223.546	20,1%
26-Sul	276.980.043	7.702.976	2,8%	528.348	0,2%	30.270.967	10,9%
27-Mato G. do Sul	17.653.883	859.835	4,9%	191.446	1,1%	3.286.913	18,6%
28-Mato Grosso	11.983.587	24.956	0,2%	39.171	0,3%	8.673.335	72,4%
29-Goiás	28.988.921	1.175.799	4,1%	44.639	0,2%	12.709.007	43,8%
30-Distrito Fed.	609.108	-	0,0%	107	0,0%	119.585	19,6%
Centro-Oeste	59.235.499	2.060.590	3,5%	275.363	0,5%	24.788.840	41,8%
Brasil	659.633.938	24.647.567	3,7%	3.788.212	0,6%	82.982.682	12,6%

¹ Preço em mil cruzeiros.

Tabela 01: Continuação

Unidades 1980	Batata Doce (Preço)	%	Batata Inglesa (Preço)	%	Cana-de- açúcar (Preço)	%
1-Rondônia	2.984	0,1%	-	0,0%	8.797	0,4%
2-Acre	894	0,1%	-	0,0%	10.030	0,9%
3-Amazonas	16.657	0,3%	-	0,0%	18.019	0,3%
4-Roraima	1.231	0,3%	-	0,0%	341	0,1%
5-Pará	6.774	0,1%	238	0,0%	154.348	1,2%
6-Amapá	184	0,1%	-	0,0%	1.821	0,9%
7-Norte	28.724	0,1%	238	0,0%	193.356	0,9%
8-Maranhão	14.193	0,1%	152	0,0%	559.255	3,3%
9-Piauí	7.950	0,2%	-	0,0%	160.947	3,8%
10-Ceará	43.753	0,5%	87	0,0%	1.147.522	12,4%
11-Rio G. Norte	141.905	2,7%	88	0,0%	1.948.629	36,8%
12-Paraíba	140.782	1,6%	35.000	0,4%	3.228.000	36,5%
13-Pernambuco	103.381	0,4%	1.152	0,0%	17.116.371	62,3%
14-Alagoas	44.141	0,2%	-	0,0%	16.354.206	81,7%
15-Sergipe	28.888	0,9%	3.113	0,1%	1.387.294	42,1%
16-Bahia	71.141	0,3%	44.459	0,2%	851.151	3,9%
17-Nordeste	596.134	0,5%	84.051	0,1%	42.753.375	36,6%
18-Minas Gerais	113.848	0,2%	3.517.580	6,5%	5.554.627	10,3%
19-Espírito Santo	5.321	0,1%	33.993	0,8%	543.945	12,9%
20-Rio de Janeiro	131.297	1,4%	39.301	0,4%	4.930.319	53,3%
21-São Paulo	160.506	0,1%	5.301.054	4,5%	50.386.977	43,2%
22-Sudeste	410.972	0,2%	8.891.928	4,8%	61.415.868	33,4%
23-Paraná	206.756	0,2%	2.503.814	2,2%	2.849.472	2,5%
24-Santa Catarina	604.356	1,6%	1.128.434	2,9%	832.706	2,2%
25-Rio G. do Sul	1.233.451	1,0%	2.038.145	1,6%	1.181.293	0,9%
26-Sul	2.044.563	0,7%	5.670.393	2,0%	4.863.471	1,8%
27-Mato G. do Sul	5.050	0,0%	53	0,0%	184.531	1,0%
28-Mato Grosso	7.758	0,1%	40	0,0%	235.844	2,0%
29-Goiás	22.475	0,1%	42.648	0,1%	538.280	1,9%
30-Distrito Fed.	7.146	1,2%	61.167	10,0%	14.863	2,4%
Centro-Oeste	42.429	0,1%	103.908	0,2%	973.518	1,6%
Brasil	3.122.822	0,5%	14.750.518	2,2%	110.199.588	16,7%

Tabela 01: Continuação

Unidades 1980	Cebola (Preço)	%	Feijão (Preço)	%	Fumo (Preço)	%
1-Rondônia	79	0,0%	657.833	28,0%	7.457	0,3%
2-Acre	133	0,0%	206.222	18,9%	23.730	2,2%
3-Amazonas	2.142	0,0%	94.234	1,6%	32.120	0,6%
4-Roraima	-	0,0%	18.425	4,7%	245	0,1%
5-Pará	107	0,0%	887.941	7,0%	64.614	0,5%
6-Amapá	-	0,0%	12.878	6,7%	52	0,0%
7-Norte	2.461	0,0%	1.877.533	8,3%	128.218	0,6%
8-Maranhão	895	0,0%	1.239.336	7,4%	6.326	0,0%
9-Piauí	3.106	0,1%	1.463.137	34,3%	2.330	0,1%
10-Ceará	3.256	0,0%	2.745.385	29,8%	1.885	0,0%
11-Rio G. Norte	12.399	0,2%	843.086	15,9%	1.172	0,0%
12-Paraíba	2.361	0,0%	1.185.779	13,4%	10.782	0,1%
13-Pernambuco	800.598	2,9%	2.953.508	10,7%	16.253	0,1%
14-Alagoas	40	0,0%	1.393.645	7,0%	767.030	3,8%
15-Sergipe	2.054	0,1%	344.335	10,4%	87.542	2,7%
16-Bahia	441.220	2,0%	7.142.914	32,9%	620.898	2,9%
17-Nordeste	1.265.929	1,1%	19.311.125	16,5%	1.514.218	1,3%
18-Minas Gerais	108.425	0,2%	11.446.785	21,3%	169.829	0,3%
19-Espírito Santo	4.010	0,1%	1.053.348	24,9%	203	0,0%
20-Rio de Janeiro	1.210	0,0%	426.618	4,6%	154	0,0%
21-São Paulo	1.964.188	1,7%	9.926.664	8,5%	25.072	0,0%
22-Sudeste	2.077.833	1,1%	22.853.415	12,4%	195.258	0,1%
23-Paraná	216.957	0,2%	18.262.504	16,1%	694.944	0,6%
24-Santa Catarina	685.119	1,8%	4.101.225	10,7%	5.066.093	13,2%
25-Rio G. do Sul	973.121	0,8%	3.509.466	2,8%	4.097.558	3,3%
26-Sul	1.875.197	0,7%	25.873.195	9,3%	9.858.595	3,6%
27-Mato G. do Sul	1.227	0,0%	922.819	5,2%	304	0,0%
28-Mato Grosso	109	0,0%	1.057.162	8,8%	2.977	0,0%
29-Goiás	5.834	0,0%	2.819.057	9,7%	12.606	0,0%
30-Distrito Fed.	867	0,1%	24.052	3,9%	-	0,0%
Centro-Oeste	8.037	0,0%	4.823.090	8,1%	15.887	0,0%
Brasil	5.229.457	0,8%	74.738.358	11,3%	11.712.176	1,8%

Tabela 01: Continuação

Unidades 1980	Mandioca (Preço)	%	Milho (Preço)	%	Soja (Preço)	%
1-Rondônia	332.592	14,1%	382.648	16,3%	152	0,0%
2-Acre	393.749	36,1%	194.571	17,8%	-	0,0%
3-Amazonas	2.421.532	41,9%	160.807	2,8%	-	0,0%
4-Roraima	86.836	22,2%	78.773	20,2%	-	0,0%
5-Pará	6.452.767	50,7%	1.105.871	8,7%	102	0,0%
6-Amapá	130.797	67,6%	14.524	7,5%	-	0,0%
7-Norte	9.818.273	43,6%	1.937.194	8,6%	254	0,0%
8-Maranhão	3.256.006	19,4%	1.171.881	7,0%	1.078	0,0%
9-Piauí	406.269	9,5%	735.646	17,3%	-	0,0%
10-Ceará	900.745	9,8%	1.221.778	13,3%	-	0,0%
11-Rio G. Norte	596.221	11,3%	148.208	2,8%	-	0,0%
12-Paraíba	763.825	8,6%	452.441	5,1%	-	0,0%
13-Pernambuco	2.398.041	8,7%	952.133	3,5%	-	0,0%
14-Alagoas	593.746	3,0%	75.265	0,4%	-	0,0%
15-Sergipe	959.471	29,1%	36.080	1,1%	-	0,0%
16-Bahia	6.091.432	28,0%	2.597.556	12,0%	7.939	0,0%
17-Nordeste	15.965.756	13,7%	7.390.988	6,3%	9.017	0,0%
18-Minas Gerais	1.306.551	2,4%	16.062.732	29,9%	2.568.141	4,8%
19-Espírito Santo	626.573	14,8%	1.009.151	23,8%	36	0,0%
20-Rio de Janeiro	573.073	6,2%	664.437	7,2%	216	0,0%
21-São Paulo	822.637	0,7%	13.255.544	11,4%	8.749.218	7,5%
22-Sudeste	3.328.834	1,8%	30.991.864	16,8%	11.317.611	6,2%
23-Paraná	2.065.053	1,8%	20.681.255	18,3%	38.806.094	34,3%
24-Santa Catarina	3.664.555	9,6%	13.512.322	35,3%	4.726.395	12,3%
25-Rio G. do Sul	6.713.444	5,4%	17.408.090	13,9%	47.891.867	38,2%
26-Sul	12.443.052	4,5%	51.601.667	18,6%	91.424.356	33,0%
27-Mato G. do Sul	390.197	2,2%	965.088	5,5%	9.612.385	54,4%
28-Mato Grosso	231.710	1,9%	725.363	6,1%	774.221	6,5%
29-Goiás	263.628	0,9%	7.317.599	25,2%	3.178.335	11,0%
30-Distrito Fed.	19.328	3,2%	34.864	5,7%	100.307	16,5%
Centro-Oeste	904.863	1,5%	9.042.914	15,3%	13.665.248	23,1%
Brasil	42.460.778	6,4%	100.964.627	15,3%	116.416.486	17,6%

Tabela 01: Continuação

Unidades 1980	Tomate (Preço)	%	Trigo (Preço)	%	Malva (Preço)	%
1-Rondônia	6.499	0,3%	-	0,0%	-	0,0%
2-Acre	1.342	0,1%	-	0,0%	-	0,0%
3-Amazonas	78.980	1,4%	-	0,0%	1.286.543	22,3%
4-Roraima	9.870	2,5%	-	0,0%	-	0,0%
5-Pará	38.698	0,3%	75	0,0%	1.003.924	7,9%
6-Amapá	920	0,5%	-	0,0%	-	0,0%
7-Norte	136.309	0,6%	75	0,0%	2.290.467	10,2%
8-Maranhão	60.435	0,4%	-	0,0%	66.580	0,4%
9-Piauí	4.656	0,1%	-	0,0%	-	0,0%
10-Ceará	207.170	2,2%	-	0,0%	-	0,0%
11-Rio G. Norte	24.454	0,5%	-	0,0%	-	0,0%
12-Paraíba	181.914	2,1%	-	0,0%	-	0,0%
13-Pernambuco	399.690	1,5%	-	0,0%	-	0,0%
14-Alagoas	2.092	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
15-Sergipe	19.491	0,6%	38	0,0%	-	0,0%
16-Bahia	302.922	1,4%	-	0,0%	-	0,0%
17-Nordeste	1.202.824	1,0%	38	0,0%	66.580	0,1%
18-Minas Gerais	1.146.163	2,1%	237.958	0,4%	-	0,0%
19-Espírito Santo	209.836	5,0%	-	0,0%	-	0,0%
20-Rio de Janeiro	777.874	8,4%	-	0,0%	-	0,0%
21-São Paulo	4.586.760	3,9%	1.580.577	1,4%	-	0,0%
22-Sudeste	6.720.633	3,7%	1.818.535	1,0%	-	0,0%
23-Paraná	282.940	0,2%	13.428.904	11,9%	-	0,0%
24-Santa Catarina	189.614	0,5%	78.960	0,2%	-	0,0%
25-Rio G. do Sul	286.141	0,2%	9.909.872	7,9%	-	0,0%
26-Sul	758.695	0,3%	23.417.736	8,5%	-	0,0%
27-Mato G. do Sul	16.049	0,1%	907.861	5,1%	-	0,0%
28-Mato Grosso	12.677	0,1%	135	0,0%	-	0,0%
29-Goiás	272.653	0,9%	450	0,0%	-	0,0%
30-Distrito Fed.	98.151	16,1%	1.183	0,2%	-	0,0%
Centro-Oeste	399.530	0,7%	909.629	1,5%	-	0,0%
Brasil	9.217.991	1,4%	26.146.013	4,0%	2.357.047	0,4%

Tabela 01: Continuação.

Unidades 1980	Juta (Preço)	%	Mamona (Preço)	%	Abacaxi (Preço)	Participação total
1-Rondônia	-	0,0%	-	0,0%	4.009	97,3%
2-Acre	-	0,0%	-	0,0%	6.258	98,6%
3-Amazonas	1.357.845	23,5%	-	0,0%	38.303	97,4%
4-Roraima	-	0,0%	-	0,0%	1.929	97,6%
5-Pará	427.051	3,4%	-	0,0%	17.342	98,3%
6-Amapá	-	0,0%	-	0,0%	1.244	94,4%
7-Norte	1.784.896	7,9%	-	0,0%	69.085	97,9%
8-Maranhão	-	0,0%	49	0,0%	6.348	96,1%
9-Piauí	-	0,0%	70.600	1,7%	451	95,4%
10-Ceará	-	0,0%	19.649	0,2%	5.677	85,9%
11-Rio G. Norte	30	0,0%	407	0,0%	9.362	87,3%
12-Paraíba	-	0,0%	1.793	0,0%	317.280	85,0%
13-Pernambuco	-	0,0%	129.474	0,5%	39.145	92,2%
14-Alagoas	-	0,0%	2	0,0%	30.803	99,0%
15-Sergipe	-	0,0%	-	0,0%	5.593	93,5%
16-Bahia	-	0,0%	1.189.056	5,5%	99.681	95,9%
17-Nordeste	30	0,0%	1.411.030	1,2%	514.340	93,5%
18-Minas Gerais	-	0,0%	38.391	0,1%	457.684	93,8%
19-Espírito Santo	-	0,0%	-	0,0%	66.859	94,4%
20-Rio de Janeiro	-	0,0%	-	0,0%	23.626	91,3%
21-São Paulo	-	0,0%	216.657	0,2%	196.117	96,7%
22-Sudeste	-	0,0%	255.048	0,1%	744.286	95,5%
23-Paraná	1.230	0,0%	438.611	0,4%	6.554	98,1%
24-Santa Catarina	-	0,0%	-	0,0%	6.598	96,8%
25-Rio G. do Sul	-	0,0%	-	0,0%	25.652	96,2%
26-Sul	1.230	0,0%	438.611	0,2%	38.804	97,1%
27-Mato G. do Sul	-	0,0%	57.069	0,3%	3.955	98,6%
28-Mato Grosso	-	0,0%	421	0,0%	5.254	98,4%
29-Goiás	-	0,0%	-	0,0%	13.753	98,0%
30-Distrito Fed.	-	0,0%	-	0,0%	765	79,2%
31-Centro-Oeste	-	0,0%	57.490	0,1%	23.727	98,1%
Brasil	1.786.156	0,3%	2.162.179	0,3%	1.390.242	96,1%

Tabela 02: Participação relativa das principais culturas permanentes, no total da produção das culturas permanentes dos Estados, regiões e do Brasil, 1980¹.

Unidades 1980	Total Permanente	Banana (Preço)	%	Cacau (Preço)	%
1-Rondônia	838.596	49.546	5,9%	201.453	24,0%
2-Acre	119.567	59.416	49,7%	72	0,1%
3-Amazonas	1.183.888	470.027	39,7%	61.547	5,2%
4-Roraima	47.658	28.202	59,2%	-	0,0%
5-Pará	5.697.390	717.315	12,6%	495.997	8,7%
6-Amapá	75.429	17.786	23,6%	1.209	1,6%
7-Norte	7.962.528	1.342.292	16,9%	760.278	9,5%
8-Maranhão	834.004	350.757	42,1%	144	0,0%
9-Piauí	705.726	62.348	8,8%	-	0,0%
10-Ceará	5.812.165	528.176	9,1%	-	0,0%
11-Rio G. Norte	1.894.069	120.251	6,3%	-	0,0%
12-Paraíba	2.485.611	439.329	17,7%	-	0,0%
13-Pernambuco	3.253.669	1.321.792	40,6%	64	0,0%
14-Alagoas	710.670	210.862	29,7%	-	0,0%
15-Sergipe	1.216.071	96.068	7,9%	-	0,0%
16-Bahia	35.117.989	1.250.463	3,6%	25.381.321	72,3%
17-Nordeste	52.029.974	4.380.046	8,4%	25.381.529	48,8%
18-Minas Gerais	24.441.991	1.405.664	5,8%	1.569	0,0%
19-Espírito Santo	13.727.191	912.499	6,6%	920.129	6,7%
20-Rio de Janeiro	3.333.152	994.519	29,8%	-	0,0%
21-São Paulo	58.721.604	2.302.485	3,9%	4.804	0,0%
22-Sudeste	100.223.938	5.615.167	5,6%	926.502	0,9%
23-Paraná	19.200.604	501.538	2,6%	-	0,0%
24-Santa Catarina	2.684.110	708.311	26,4%	-	0,0%
25-Rio G. do Sul	6.587.442	347.323	5,3%	-	0,0%
26-Sul	28.472.156	1.557.172	5,5%	-	0,0%
27-Mato G. do Sul	686.835	80.545	11,7%	247	0,0%
28-Mato Grosso	910.660	214.640	23,6%	112	0,0%
29-Goiás	1.725.815	880.135	51,0%	79	0,0%
30-Distrito Fed.	190.932	49.791	26,1%	-	0,0%
31-Centro-Oeste	3.514.242	1.225.111	34,9%	438	0,0%
Brasil	192.202.838	14.119.788	7,3%	27.068.747	14,1%

¹ Preço em mil cruzeiros.

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Café (Preço)	%	Laranja (Preço)	%	Limão (Preço)	%
1-Rondônia	480.269	57,3%	24.016	2,9%	3.806	0,5%
2-Acre	22.673	19,0%	9.979	8,3%	1.339	1,1%
3-Amazonas	10.444	0,9%	71.444	6,0%	15.069	1,3%
4-Roraima	889	1,9%	10.927	22,9%	1.518	3,2%
5-Pará	42.355	0,7%	127.148	2,2%	41.071	0,7%
6-Amapá	1.639	2,2%	9.465	12,5%	961	1,3%
7-Norte	558.269	7,0%	252.979	3,2%	63.764	0,8%
8-Maranhão	6.741	0,8%	140.720	16,9%	19.106	2,3%
9-Piauí	300	0,0%	35.681	5,1%	2.179	0,3%
10-Ceará	151.752	2,6%	41.595	0,7%	18.840	0,3%
11-Rio G. Norte	802	0,0%	9.314	0,5%	1.822	0,1%
12-Paraíba	7.515	0,3%	65.941	2,7%	3.255	0,1%
13-Pernambuco	280.808	8,6%	94.885	2,9%	9.676	0,3%
14-Alagoas	5.161	0,7%	25.301	3,6%	584	0,1%
15-Sergipe	1.252	0,1%	432.098	35,5%	21.355	1,8%
16-Bahia	2.254.759	6,4%	464.833	1,3%	52.798	0,2%
17-Nordeste	2.709.090	5,2%	1.310.368	2,5%	129.615	0,2%
18-Minas Gerais	20.614.823	84,3%	1.113.861	4,6%	58.768	0,2%
19-Espírito Santo	11.474.529	83,6%	128.108	0,9%	20.913	0,2%
20-Rio de Janeiro	378.364	11,4%	1.296.827	38,9%	207.490	6,2%
21-São Paulo	36.172.061	61,6%	14.609.726	24,9%	734.671	1,3%
22-Sudeste	68.639.777	68,5%	17.148.522	17,1%	1.021.842	1,0%
23-Paraná	17.181.702	89,5%	447.515	2,3%	46.191	0,2%
24-Santa Catarina	23.868	0,9%	257.350	9,6%	28.946	1,1%
25-Rio G. do Sul	1.593	0,0%	1.188.978	18,0%	109.357	1,7%
26-Sul	17.207.163	60,4%	1.893.843	6,7%	184.494	0,6%
27-Mato G. do Sul	527.294	76,8%	37.806	5,5%	4.302	0,6%
28-Mato Grosso	601.577	66,1%	33.517	3,7%	2.102	0,2%
29-Goiás	644.384	37,3%	96.875	5,6%	11.032	0,6%
30-Distrito Fed.	45.737	24,0%	13.199	6,9%	29.197	15,3%
31-Centro-Oeste	1.818.992	51,8%	181.397	5,2%	46.633	1,3%
Brasil	90.933.291	47,3%	20.787.109	10,8%	1.446.348	0,8%

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Tangerina (Preço)	%	Uva (Preço)	%	Pimenta do Reino (Preço)	%
1-Rondônia	3.696	0,4%	-	0,0%	450	0,1%
2-Acre	4.076	3,4%	-	0,0%	3	0,0%
3-Amazonas	13.361	1,1%	-	0,0%	4.376	0,4%
4-Roraima	570	1,2%	-	0,0%	-	0,0%
5-Pará	17.033	0,3%	-	0,0%	3.265.364	57,3%
6-Amapá	220	0,3%	-	0,0%	27.543	36,5%
7-Norte	38.956	0,5%	-	0,0%	3.297.736	41,4%
8-Maranhão	17.863	2,1%	24	0,0%	22.053	2,6%
9-Piauí	1.595	0,2%	-	0,0%	-	0,0%
10-Ceará	6.138	0,1%	1.011	0,0%	1.634	0,0%
11-Rio G. Norte	285	0,0%	258	0,0%	126	0,0%
12-Paraíba	1.776	0,1%	8.214	0,3%	4.325	0,2%
13-Pernambuco	12.531	0,4%	49.082	1,5%	2.324	0,1%
14-Alagoas	223	0,0%	50	0,0%	-	0,0%
15-Sergipe	1.563	0,1%	-	0,0%	-	0,0%
16-Bahia	39.341	0,1%	1.181	0,0%	107.234	0,3%
17-Nordeste	81.315	0,2%	59.820	0,1%	137.696	0,3%
18-Minas Gerais	82.982	0,3%	41.714	0,2%	-	0,0%
19-Espírito Santo	7.060	0,1%	2.325	0,0%	15.211	0,1%
20-Rio de Janeiro	119.986	3,6%	621	0,0%	203	0,0%
21-São Paulo	649.560	1,1%	1.636.157	2,8%	330	0,0%
22-Sudeste	859.588	0,9%	1.680.817	1,7%	15.744	0,0%
23-Paraná	145.883	0,8%	440.988	2,3%	-	0,0%
24-Santa Catarina	117.099	4,4%	474.680	17,7%	-	0,0%
25-Rio G. do Sul	564.767	8,6%	2.704.783	41,1%	-	0,0%
26-Sul	827.749	2,9%	3.620.451	12,7%	-	0,0%
27-Mato G. do Sul	5.239	0,8%	321	0,0%	-	0,0%
28-Mato Grosso	5.601	0,6%	-	0,0%	6.760	0,7%
29-Goiás	8.897	0,5%	-	0,0%	-	0,0%
30-Distrito Fed.	5.621	2,9%	781	0,4%	-	0,0%
31-Centro-Oeste	25.358	0,7%	1.102	0,0%	6.760	0,2%
Brasil	1.832.966	1,0%	5.362.190	2,8%	3.457.936	1,8%

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Mamão (Preço)	%	Coco (Preço)	%	Caju (Preço)	%
1-Rondônia	25.097	3,0%	7.711	0,9%	690	0,1%
2-Acre	3.251	2,7%	1.908	1,6%	129	0,1%
3-Amazonas	22.081	1,9%	5.406	0,5%	970	0,1%
4-Roraima	2.576	5,4%	187	0,4%	171	0,4%
5-Pará	497.496	8,7%	54.750	1,0%	1.662	0,0%
6-Amapá	387	0,5%	2.369	3,1%	370	0,5%
7-Norte	550.888	6,9%	72.331	0,9%	3.992	0,1%
8-Maranhão	11.472	1,4%	72.139	8,6%	3.451	0,4%
9-Piauí	953	0,1%	14.586	2,1%	19.532	2,8%
10-Ceará	14.123	0,2%	173.685	3,0%	198.352	3,4%
11-Rio G. Norte	11.011	0,6%	189.137	10,0%	69.467	3,7%
12-Paraíba	15.023	0,6%	141.569	5,7%	16.549	0,7%
13-Pernambuco	33.335	1,0%	381.420	11,7%	33.670	1,0%
14-Alagoas	2.011	0,3%	354.527	49,9%	25.790	3,6%
15-Sergipe	8.247	0,7%	362.310	29,8%	10.864	0,9%
16-Bahia	179.604	0,5%	966.505	2,8%	27.109	0,1%
17-Nordeste	275.779	0,5%	2.655.878	5,1%	404.784	0,8%
18-Minas Gerais	92.799	0,4%	29.579	0,1%	939	0,0%
19-Espírito Santo	92.727	0,7%	18.277	0,1%	150	0,0%
20-Rio de Janeiro	51.916	1,6%	38.403	1,2%	5.549	0,2%
21-São Paulo	263.740	0,4%	3.742	0,0%	2.787	0,0%
22-Sudeste	501.182	0,5%	90.001	0,1%	9.425	0,0%
23-Paraná	36.282	0,2%	205	0,0%	398	0,0%
24-Santa Catarina	11.774	0,4%	19	0,0%	12	0,0%
25-Rio G. do Sul	55.229	0,8%	18	0,0%	3	0,0%
26-Sul	103.285	0,4%	242	0,0%	413	0,0%
27-Mato G. do Sul	3.452	0,5%	994	0,1%	429	0,1%
28-Mato Grosso	4.063	0,4%	1.722	0,2%	1.319	0,1%
29-Goiás	16.117	0,9%	4.236	0,2%	532	0,0%
30-Distrito Fed.	1.296	0,7%	-	0,0%	206	0,1%
31-Centro-Oeste	24.928	0,7%	6.952	0,2%	2.486	0,1%
Brasil	1.456.062	0,8%	2.825.404	1,5%	421.100	0,2%

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Maracujá (Preço)	%	Manga (Preço)	%	Maçã (Preço)	%
1-Rondônia	74	0,0%	14.151	1,7%	-	0,0%
2-Acre	224	0,2%	1.275	1,1%	-	0,0%
3-Amazonas	9.247	0,8%	15.226	1,3%	-	0,0%
4-Roraima	-	0,0%	1.451	3,0%	-	0,0%
5-Pará	186.313	3,3%	62.875	1,1%	-	0,0%
6-Amapá	1.331	1,8%	933	1,2%	-	0,0%
7-Norte	197.189	2,5%		0,0%	-	0,0%
8-Maranhão	1.252	0,2%	66.579	8,0%	-	0,0%
9-Piauí	23	0,0%	28.867	4,1%	-	0,0%
10-Ceará	26.007	0,4%	101.554	1,7%	-	0,0%
11-Rio G. Norte	248	0,0%	59.011	3,1%	-	0,0%
12-Paraíba	504	0,0%	71.593	2,9%	-	0,0%
13-Pernambuco	8.629	0,3%	112.640	3,5%	-	0,0%
14-Alagoas	18.289	2,6%	34.676	4,9%	-	0,0%
15-Sergipe	178.674	14,7%	41.192	3,4%	-	0,0%
16-Bahia	139.516	0,4%	142.638	0,4%	-	0,0%
17-Nordeste	373.142	0,7%	658.750	1,3%	-	0,0%
18-Minas Gerais	78.463	0,3%	273.883	1,1%	8.162	0,0%
19-Espírito Santo	210	0,0%	27.941	0,2%	26	0,0%
20-Rio de Janeiro	18.886	0,6%	55.394	1,7%	-	0,0%
21-São Paulo	38.646	0,1%	141.934	0,2%	78.126	0,1%
22-Sudeste	136.205	0,1%	499.152	0,5%	86.314	0,1%
23-Paraná	8.834	0,0%	42.535	0,2%	41.119	0,2%
24-Santa Catarina	50	0,0%	285	0,0%	796.638	29,7%
25-Rio G. do Sul	6	0,0%	1.320	0,0%	121.262	1,8%
26-Sul	8.890	0,0%	44.140	0,2%	959.019	3,4%
27-Mato G. do Sul	131	0,0%	11.281	1,6%	-	0,0%
28-Mato Grosso	30	0,0%	14.193	1,6%	-	0,0%
29-Goiás	4.324	0,3%	22.473	1,3%	-	0,0%
30-Distrito Fed.	1.720	0,9%	17.693	9,3%	-	0,0%
31-Centro-Oeste	6.205	0,2%	65.640	1,9%	-	0,0%
Brasil	721.631	0,4%	1.267.682	0,7%	1.045.333	0,5%

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Pêssego (Preço)	%	Algodão Arbóreo (Preço)	%	Agave (Preço)	%
1-Rondônia	-	0,0%		0,0%		0,0%
2-Acre	-	0,0%		0,0%		0,0%
3-Amazonas	-	0,0%		0,0%		0,0%
4-Roraima	-	0,0%		0,0%		0,0%
5-Pará	-	0,0%		0,0%		0,0%
6-Amapá	-	0,0%		0,0%		0,0%
7-Norte	-	0,0%		0,0%		0,0%
8-Maranhão	-	0,0%	54.398	6,5%		0,0%
9-Piauí	-	0,0%	457.074	64,8%		0,0%
10-Ceará	-	0,0%	3.161.706	54,4%	4.106	0,1%
11-Rio G. Norte	-	0,0%	822.550	43,4%	218.648	11,5%
12-Paraíba	-	0,0%	1.019.905	41,0%	455.126	18,3%
13-Pernambuco	-	0,0%	543.678	16,7%	29.432	0,9%
14-Alagoas	-	0,0%	577	0,1%	-	0,0%
15-Sergipe	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
16-Bahia	-	0,0%	13.895	0,0%	2.378.723	6,8%
17-Nordeste	-	0,0%	6.073.783	11,7%	3.086.035	5,9%
18-Minas Gerais	50.453	0,2%		0,0%		0,0%
19-Espírito Santo	947	0,0%		0,0%		0,0%
20-Rio de Janeiro	528	0,0%		0,0%		0,0%
21-São Paulo	319.366	0,5%		0,0%		0,0%
22-Sudeste	371.294	0,4%		0,0%		0,0%
23-Paraná	49.488	0,3%		0,0%		0,0%
24-Santa Catarina	54.699	2,0%		0,0%		0,0%
25-Rio G. do Sul	685.489	10,4%		0,0%		0,0%
26-Sul	789.676	2,8%		0,0%		0,0%
27-Mato G. do Sul	156	0,0%		0,0%		0,0%
28-Mato Grosso	-	0,0%		0,0%		0,0%
29-Goiás	285	0,0%		0,0%		0,0%
30-Distrito Fed.	36	0,0%		0,0%		0,0%
31-Centro-Oeste	477	0,0%		0,0%		0,0%
Brasil	1.161.447	0,6%	6.073.783	3,2%	3.086.035	1,6%

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Castanha de caju (Preço)	%	Guaraná (Preço)	%	Erva Mate (Preço)	%
1-Rondônia		0,0%	-	0,0%		0,0%
2-Acre		0,0%	-	0,0%		0,0%
3-Amazonas		0,0%	290.690	24,6%	-	0,0%
4-Roraima	286	0,6%	-	0,0%		0,0%
5-Pará	115	0,0%	5.779	0,1%		0,0%
6-Amapá	183	0,2%		0,0%	-	0,0%
7-Norte	584	0,0%	296.469	3,7%		0,0%
8-Maranhão	16.968	2,0%		0,0%		0,0%
9-Piauí	74.238	10,5%		0,0%		0,0%
10-Ceará	1.298.137	22,3%		0,0%		0,0%
11-Rio G. Norte	360.550	19,0%		0,0%		0,0%
12-Paraíba	77.499	3,1%		0,0%		0,0%
13-Pernambuco	88.583	2,7%		0,0%		0,0%
14-Alagoas	6.372	0,9%		0,0%		0,0%
15-Sergipe	1.358	0,1%		0,0%		0,0%
16-Bahia	88.842	0,3%	25.164	0,1%		0,0%
17-Nordeste	2.012.547	3,9%	25.164	0,0%		0,0%
18-Minas Gerais		0,0%		0,0%		0,0%
19-Espírito Santo		0,0%		0,0%		0,0%
20-Rio de Janeiro		0,0%		0,0%		0,0%
21-São Paulo		0,0%		0,0%		0,0%
22-Sudeste		0,0%		0,0%		0,0%
23-Paraná		0,0%		0,0%	10.969	0,1%
24-Santa Catarina		0,0%		0,0%	53.497	2,0%
25-Rio G. do Sul		0,0%		0,0%	277.947	4,2%
26-Sul		0,0%		0,0%	342.413	1,2%
27-Mato G. do Sul		0,0%		0,0%		0,0%
28-Mato Grosso		0,0%		0,0%		0,0%
29-Goiás		0,0%		0,0%		0,0%
30-Distrito Fed.		0,0%		0,0%		0,0%
31-Centro-Oeste		0,0%		0,0%		0,0%
Brasil	2.012.547	1,0%	321.633	0,2%	342.413	0,2%

Tabela 02: Continuação.

Unidades 1980	Abacate (Preço)	%	Participação total
1-Rondônia	6.977	0,8%	97,5%
2-Acre	9.342	7,8%	95,1%
3-Amazonas	50.440	4,3%	87,9%
4-Roraima	777	1,6%	99,8%
5-Pará	35.505	0,6%	97,4%
6-Amapá	7.914	10,5%	95,9%
7-Norte	110.955	1,4%	94,8%
8-Maranhão	15.880	1,9%	95,9%
9-Piauí	2.211	0,3%	99,1%
10-Ceará	34.484	0,6%	99,1%
11-Rio G. Norte	3.007	0,2%	98,5%
12-Paraíba	10.133	0,4%	94,1%
13-Pernambuco	18.897	0,6%	92,9%
14-Alagoas	1.773	0,2%	96,6%
15-Sergipe	1.434	0,1%	95,1%
16-Bahia	53.644	0,2%	95,6%
17-Nordeste	141.463	0,3%	95,9%
18-Minas Gerais	144.822	0,6%	98,2%
19-Espírito Santo	14.464	0,1%	99,3%
20-Rio de Janeiro	31.561	0,9%	96,0%
21-São Paulo	223.938	0,4%	97,4%
22-Sudeste	414.785	0,4%	97,8%
23-Paraná	70.544	0,4%	99,1%
24-Santa Catarina	16.808	0,6%	94,8%
25-Rio G. do Sul	104.601	1,6%	93,6%
26-Sul	191.953	0,7%	97,4%
27-Mato G. do Sul	3.740	0,5%	98,4%
28-Mato Grosso	5.381	0,6%	97,8%
29-Goiás	13.504	0,8%	98,7%
30-Distrito Fed.	7.884	4,1%	90,7%
31-Centro-Oeste	30.509	0,9%	98,0%
Brasil	889.665	0,5%	97,1%

Tabela 03: Participação das principais culturas temporárias e permanentes, no total da produção das culturas temporárias e permanentes dos Estados, regiões e do Brasil, 1980.

Unidades 1980	Total permanente	Participação	Total temporárias	Participação
1-Rondônia	838.596	0,975	2.351.068	0,973
2-Acre	119.567	0,951	1.091.388	0,986
3-Amazonas	1.183.888	0,879	5.776.132	0,974
4-Roraima	47.658	0,998	390.550	0,976
5-Pará	5.697.390	0,974	12.733.435	0,983
6-Amapá	75.429	0,959	193.353	0,944
Norte	7.962.528	0,948	22.535.926	0,979
8-Maranhão	834.004	0,959	16.797.190	0,961
9-Piauí	705.726	0,991	4.263.115	0,954
10-Ceará	5.812.165	0,991	9.219.205	0,859
11-Rio G Norte	1.894.069	0,985	5.292.668	0,873
12-Paraíba	2.485.611	0,941	8.846.605	0,850
13-Pernambuco	3.253.669	0,929	27.495.783	0,922
14-Alagoas	710.670	0,966	20.020.230	0,990
15-Sergipe	1.216.071	0,951	3.295.183	0,935
16-Bahia	35.117.989	0,956	21.720.277	0,959
Nordeste	52.029.974	0,959	116.950.256	0,935
17-MinasGerais	24.441.991	0,982	53.708.687	0,938
18-Espírito Santo	13.727.191	0,993	4.231.295	0,944
19-Rio d Janeiro	3.333.152	0,960	9.249.245	0,913
20-São Paulo	58.721.604	0,974	116.742.987	0,967
Sudeste	100.223.938	0,978	183.932.214	0,955
21-Paraná	19.200.604	0,991	113.265.987	0,981
22-Sant Catarina	2.684.110	0,948	38.278.513	0,968
23-Rio G do Sul	6.587.442	0,936	125.435.543	0,962
Sul	28.472.156	0,974	276.980.043	0,971
24-Mato G. do Sul	686.835	0,984	17.653.883	0,986
25-Mato Grosso	910.660	0,978	11.983.587	0,984
26-Goiás	1.725.815	0,987	28.988.921	0,980
27-Distrito Fed.	190.932	0,907	609.108	0,792
Centro-Oeste	3.514.242	0,980	59.235.499	0,981
Brasil	192.202.838	0,971	659.633.938	0,961

Participação: representa as lavouras temporárias ou permanentes selecionadas no total da produção agrícola.

Tabela 03 Continuação.

Unidades 1980	Ponderação	Total	Participação no total
1-Rondônia	3.106.160	3.189.664	97,4%
2-Acre	1.190.171	1.210.955	98,3%
3-Amazonas	6.666.092	6.960.020	95,8%
4-Roraima	428.824	438.208	97,9%
5-Pará	18.065.062	18.430.825	98,0%
6-Amapá	254.913	268.782	94,8%
Norte	29.615.311	30.498.454	97,1%
8-Maranhão	16.948.302	17.631.194	96,1%
9-Piauí	4.765.339	4.968.841	95,9%
10-Ceará	13.679.197	15.031.370	91,0%
11-Rio G. Norte	6.484.440	7.186.737	90,2%
12-Paraíba	9.861.793	11.332.216	87,0%
13-Pernambuco	28.383.089	30.749.452	92,3%
14-Alagoas	20.510.291	20.730.900	98,9%
15-Sergipe	4.237.691	4.511.254	93,9%
16-Bahia	54.389.509	56.838.266	95,7%
Nordeste	159.259.651	168.980.230	94,2%
17-MinasGerais	74.364.050	78.150.678	95,2%
18-Espírito Santo	17.629.975	17.958.486	98,2%
19-Rio d Janeiro	11.648.563	12.582.397	92,6%
20-São Paulo	170.108.233	175.464.591	96,9%
Sudeste	273.750.821	284.156.152	96,3%
21-Paraná	130.165.519	132.466.591	98,3%
22-Sant Catarina	39.601.811	40.962.623	96,7%
23-Rio G. do Sul	126.775.429	132.022.985	96,0%
Sul	296.542.759	305.452.199	97,1%
24-Mato do Sul	18.080.719	18.340.718	98,6%
25-Mato Grosso	12.682.150	12.894.247	98,4%
26-Goiás	30.119.636	30.714.736	98,1%
27-Distrito Fed.	655.546	800.040	81,9%
Centro-Oeste	61.538.051	62.749.741	98,1%
Brasil	820.706.009	851.836.776	96,3%

* ponderação: porcentagem de participação das culturas temporárias selecionadas no total da produção temporária mais porcentagem de participação das culturas permanentes selecionadas no total da produção permanente.

*participação: participação das culturas temporária e permanentes ponderadas no total da produção agrícola.

Tabela 04: Participação dos produtos de origem bovina no total da produção dos grandes animais dos Estados, Regiões e do Brasil, 1980.

Unidades 1980	Bovino vendido (Preço)¹	Bovino abatido (Preço)¹	Leite vendido (Preço)¹
1-Rondônia	665.543	50.290	239.053
2-Acre	508.249	38.433	194.391
3-Amazonas	515.560	75.807	237.376
4-Roraima	346.529	55.501	57.053
5-Pará	4.494.128	303.855	919.859
6-Amapá	59.555	5.100	34.040
7-Norte	6.589.564	528.986	1.681.772
8-Maranhão	3.481.787	319.105	1.167.142
9-Piauí	1.539.952	106.316	807.900
10-Ceará	3.672.802	87.386	3.772.976
11-Rio G. Norte	1.923.870	55.368	1.467.684
12-Paraíba	2.916.087	50.636	1.694.348
13-Pernambuco	5.330.139	55.094	2.869.870
14-Alagoas	2.167.488	38.766	963.728
15-Sergipe	2.902.149	56.018	865.729
16-Bahia	16.756.934	511.253	5.655.634
17-Nordeste	40.691.208	1.279.942	19.265.011
18-Minas Gerais	51.301.633	647.847	37.506.374
19-Espírito Santo	4.175.194	161.568	3.410.787
20-Rio de Janeiro	3.870.311	88.172	5.483.595
21-São Paulo	42.339.398	651.998	20.777.366
22-Sudeste	101.686.536	1.549.585	67.178.122
23-Paraná	19.988.888	479.583	9.004.880
24-Santa Catarina	4.921.723	396.750	5.555.776
25-Rio G. do Sul	31.539.329	1.377.377	13.787.097
26-Sul	56.449.940	2.253.710	28.347.753
27-Mato G. do Sul	29.421.936	759.584	1.977.752
28-Mato Grosso	8.418.141	425.605	974.178
29-Goiás	35.323.440	844.665	8.971.353
30-Distrito Fed.	88.665	2.590	125.414
31-Centro-Oeste	73.252.182	2.032.444	12.048.697
Brasil	278.669.430	7.644.667	128.521.355

¹ Em mil cruzeiros

Tabela 04 Continuação.

Unidades 1980	Somatório	Grande	Participação
1-Rondônia	954.886	967.601	99%
2-Acre	741.073	748.622	99%
3-Amazonas	828.743	838.336	99%
4-Roraima	459.083	465.562	99%
5-Pará	5.717.842	6.020.157	95%
6-Amapá	98.695	174.535	57%
7-Norte	8.800.322	9.214.813	96%
8-Maranhão	4.968.034	5.245.295	95%
9-Piauí	2.454.168	2.531.165	97%
10-Ceará	7.533.164	7.661.411	98%
11-Rio G. Norte	3.446.922	3.471.046	99%
12-Paraíba	4.661.071	4.708.421	99%
13-Pernambuco	8.255.103	8.370.640	99%
14-Alagoas	3.169.982	3.193.177	99%
15-Sergipe	3.823.896	3.891.620	98%
16-Bahia	22.923.821	23.285.247	98%
17-Nordeste	61.236.161	62.358.022	98%
18-Minas Gerais	89.455.854	90.031.535	99%
19-Espírito Santo	7.747.549	7.781.667	100%
20-Rio de Janeiro	9.442.078	9.556.264	99%
21-São Paulo	63.768.762	64.511.283	99%
22-Sudeste	170.414.243	171.880.749	99%
23-Paraná	29.473.351	29.853.865	99%
24-Santa Catarina	10.874.249	10.978.791	99%
25-Rio G. do Sul	46.703.803	47.029.391	99%
26-Sul	87.051.403	87.862.047	99%
27-Mato G. do Sul	32.159.272	32.236.959	100%
28-Mato Grosso	9.817.924	9.867.888	99%
29-Goiás	45.139.458	45.364.112	100%
30-Distrito Fed.	216.669	219.368	99%
31-Centro-Oeste	87.333.323	87.688.327	100%
Brasil	414.835.452	419.003.958	99%

Grande: representa a produção de grandes animais

Tabela 05: Participação da produção suína no total da produção do animais de médio porte dos Estados, regiões e do Brasil, 1980.

Unidades 1980	Suíno vendido (Preço)¹	Suíno abatido (Preço)¹	Somatório	Médio	Participação
1-Rondônia	107.265	217.256	324.521	328.548	99%
2-Acre	41.528	49.929	91.457	96.377	95%
3-Amazonas	98.013	36.862	134.875	142.104	95%
4-Roraima	15.420	14.252	29.672	35.456	84%
5-Pará	542.861	253.942	796.803	816.246	98%
6-Amapá	6.554	2.613	9.167	9.493	97%
7-Norte	811.641	574.854	1.386.495	1.428.224	97%
8-Maranhão	728.054	476.572	1.204.626	1.347.674	89%
9-Piauí	261.162	282.385	543.547	1.123.264	48%
10-Ceará	389.608	255.689	645.297	1.326.916	49%
11-Rio G. Norte	85.665	10.102	95.767	250.759	38%
12-Paraíba	323.721	24.269	347.990	593.047	59%
13-Pernambuco	621.603	71.570	693.173	1.262.129	55%
14-Alagoas	108.859	4.725	113.584	171.421	66%
15-Sergipe	112.914	9.675	122.589	195.651	63%
16-Bahia	1.076.607	308.339	1.384.946	2.727.822	51%
17-Nordeste	3.708.193	1.443.326	5.151.519	8.998.683	57%
18-Minas Gerais	4.273.070	2.754.091	7.027.161	7.084.800	99%
19-Espírito Santo	334.779	381.948	716.727	725.129	99%
20-Rio de Janeiro	555.466	138.103	693.569	715.529	97%
21-São Paulo	2.825.282	853.310	3.678.592	3.757.973	98%
22-Sudeste	7.988.597	4.127.452	12.116.049	12.283.431	99%
23-Paraná	9.253.260	2.455.151	11.708.411	11.861.613	99%
24-Santa Catarina	12.172.298	1.742.607	13.914.905	13.988.647	99%
25-Rio G. do Sul	10.851.557	3.753.854	14.605.411	20.204.283	72%
26-Sul	32.277.115	7.951.612	40.228.727	46.054.543	87%
27-Mato G. do Sul	144.394	239.449	383.843	413.804	93%
28-Mato Grosso	245.893	312.451	558.344	563.194	99%
29-Goiás	900.085	1.408.999	2.309.084	2.330.206	99%
30-Distrito Fed.	59.328	20.520	79.848	81.032	99%
31-Centro-Oeste	1.349.700	1.981.419	3.331.119	3.388.236	98%
Brasil	46.135.246	16.078.663	62.213.909	72.153.117	86%

Médio: representa a produção de médios animais.

¹ Em mil cruzeiros

Tabela 06: Participação dos produtos de origem Galinácea no total da produção dos pequenos animais dos Estados, regiões, e do Brasil, 1980.

Unidades 1980	Pintos vendidos	Galinhas vendida (Preço)¹	Galinhas abatidas (Preço)¹	Ovos Galinha (Preço)¹
1-Rondônia	21	88.995	199.505	149.261
2-Acre	161	44.552	81.253	103.129
3-Amazonas	5.568	91.206	69.811	322.811
4-Roraima		11.446	21.572	28.181
5-Pará	64.831	848.766	332.698	513.357
6-Amapá	3.150	84.937	7.872	22.455
7-Norte	73.731	1.169.902	712.711	1.139.194
8-Maranhão	1.298	390.939	826.174	499.046
9-Piauí	14.507	303.209	311.606	285.134
10-Ceará	395.005	1.070.016	646.522	1.016.419
11-Rio G. Norte	1.237	335.274	68.015	156.795
12-Paraíba	4.479	391.296	164.609	225.014
13-Pernambuco	727.903	2.673.391	325.094	1.688.716
14-Alagoas	3.354	211.771	60.981	138.860
15-Sergipe	959	246.325	105.179	76.102
16-Bahia	154.546	944.429	469.762	711.459
17-Nordeste	1.303.288	6.566.650	2.977.942	4.797.545
18-Minas Gerais	1.487.077	5.753.399	1.367.544	3.958.486
19-Espírito Santo	275	844.650	191.982	714.836
20-Rio de Janeiro	386.063	2.517.277	163.539	881.571
21-São Paulo	4.069.390	15.457.885	1.205.414	12.030.761
22-Sudeste	5.942.805	24.573.211	2.928.479	17.585.654
23-Paraná	665.128	4.624.662	1.560.570	3.048.089
24-Santa Catarina	2.084.603	8.720.711	1.306.368	1.741.817
25-Rio G. do Sul	789.943	8.908.041	2.079.153	3.288.388
26-Sul	3.539.674	22.253.414	4.946.091	8.078.294
27-Mato G. do Sul	422	81.531	124.925	277.845
28-Mato Grosso	53	67.144	205.829	173.316
29-Goiás	5.299	516.099	485.157	940.837
30-Distrito Fed.	116.220	412.754	10.025	176.500
31-Centro-oeste	121.994	1.077.528	825.936	1.568.498
Brasil	10.981.492	55.640.705	12.391.159	33.169.185

¹ Em mil cruzeiros

Tabela 06: Continuação.

Unidades 1980	Pequeno	Somatório	Participação
1-Rondônia	441.344	437.782	99%
2-Acre	234.344	229.095	98%
3-Amazonas	496.720	489.396	99%
4-Roraima	62.096	61.199	99%
5-Pará	1.815.919	1.759.652	97%
6-Amapá	118.732	118.414	100%
7-Norte	3.169.155	3.095.538	98%
8-Maranhão	1.741.594	1.717.457	99%
9-Piauí	922.981	914.456	99%
10-Ceará	3.166.801	3.127.962	99%
11-Rio G. Norte	568.730	561.321	99%
12-Paraíba	807.816	785.398	97%
13-Pernambuco	5.449.444	5.415.104	99%
14-Alagoas	418.432	414.966	99%
15-Sergipe	430.459	428.565	100%
16-Bahia	2.300.093	2.280.196	99%
17-Nordeste	15.806.350	15.645.425	99%
18-Minas Gerais	12.621.307	12.566.506	100%
19-Espírito Santo	1.762.593	1.751.743	99%
20-Rio de Janeiro	3.983.873	3.948.450	99%
21-São Paulo	34.055.463	32.763.450	96%
22-Sudeste	52.423.236	51.030.149	97%
23-Paraná	10.368.664	9.898.449	95%
24-Santa Catarina	15.039.126	13.853.499	92%
25-Rio G. do Sul	15.248.615	15.065.525	99%
26-Sul	40.656.405	38.817.473	95%
27-Mato G. do Sul	498.748	484.723	97%
28-Mato Grosso	448.644	446.342	99%
29-Goiás	1.958.141	1.947.392	99%
30-Distrito Fed.	723.968	715.499	99%
31-Cento-Oeste	3.629.501	3.593.956	99%
Brasil	115.684.647	112.182.541	97%

Tabela 07: Participação da produção Suína, Bovina e Galinácea no total da produção pecuária dos Estados, regiões e do Brasil, 1980.

Unidades 1980	Total Pecuária	Somatório Suínos	Participação Suínos	Somatório Bovinos
1-Rondônia	1.737.493	324.521	19%	954.886
2-Acre	1.079.343	91.457	8%	741.073
3-Amazonas	1.477.160	134.875	9%	828.743
4-Roraima	563.114	29.672	5%	459.083
5-Pará	8.652.322	796.803	9%	5.717.842
6-Amapá	302.760	9.167	3%	98.695
7-Norte	13.812.192	1.386.495	10%	8.800.322
8-Maranhão	8.334.563	1.204.626	14%	4.968.034
9-Piauí	4.577.410	543.547	12%	2.454.168
10-Ceará	12.155.128	645.297	5%	7.533.164
11-Rio G. Norte	4.290.535	95.767	2%	3.446.922
12-Paraíba	6.109.284	347.990	6%	4.661.071
13-Pernambuco	15.082.213	693.173	5%	8.255.103
14-Alagoas	3.783.030	113.584	3%	3.169.982
15-Sergipe	4.517.730	122.589	3%	3.823.896
16-Bahia	28.313.162	1.384.946	5%	22.923.821
17-Nordeste	87.163.055	5.151.519	6%	61.236.161
18-Minas Gerais	109.737.642	7.027.161	6%	89.455.854
19-Espírito Santo	10.269.389	716.727	7%	7.747.549
20-Rio de Janeiro	14.255.666	693.569	5%	9.442.078
21-São Paulo	102.324.719	3.678.592	4%	63.768.762
22-Sudeste	236.587.416	12.116.049	5%	170.414.243
23-Paraná	52.084.142	11.708.411	22%	29.473.351
24-Santa Catarina	40.006.564	13.914.905	35%	10.874.249
25-Rio G. do Sul	82.482.289	14.605.411	18%	46.703.803
26-Sul	174.572.995	40.228.727	23%	87.051.403
27-Mato G. do Sul	33.149.511	383.843	1%	32.159.272
28-Mato Grosso	10.879.726	558.344	5%	9.817.924
29-Goiás	49.652.459	2.309.084	5%	45.139.458
30-Distrito Fed.	1.024.368	79.848	8%	216.669
31-Cento-Oeste	94.706.064	3.331.119	4%	87.333.323
Brasil	606.841.722	62.213.909	10%	414.835.452

Tabela 07: Continuação

Unidades 1980	Participação Bovinos	Somatório Galináceos	Participação Galináceos	Representatividade na pecuária
1-Rondônia	55%	437.782	25%	99%
2-Acre	69%	229.095	21%	98%
3-Amazonas	56%	489.396	33%	98%
4-Roraima	82%	61.199	11%	98%
5-Pará	66%	1.759.652	20%	96%
6-Amapá	33%	118.414	39%	75%
7-Norte	64%	3.095.538	22%	96%
8-Maranhão	60%	1.717.457	21%	95%
9-Piauí	54%	914.456	20%	85%
10-Ceará	62%	3.127.962	26%	93%
11-Rio G. Norte	80%	561.321	13%	96%
12-Paraíba	76%	785.398	13%	95%
13-Pernambuco	55%	5.415.104	36%	95%
14-Alagoas	84%	414.966	11%	98%
15-Sergipe	85%	428.565	9%	97%
16-Bahia	81%	2.280.196	8%	94%
17-Nordeste	70%	15.645.425	18%	94%
18-Minas Gerais	82%	12.566.506	11%	99%
19-Espírito Santo	75%	1.751.743	17%	99%
20-Rio de Janeiro	66%	3.948.450	28%	99%
21-São Paulo	62%	32.763.450	32%	98%
22-Sudeste	72%	51.030.149	22%	99%
23-Paraná	57%	9.898.449	19%	98%
24-Santa Catarina	27%	13.853.499	35%	97%
25-Rio G. do Sul	57%	15.065.525	18%	93%
26-Sul	50%	38.817.473	22%	95%
27-Mato G. do Sul	97%	484.723	1%	100%
28-Mato Grosso	90%	446.342	4%	99%
29-Goiás	91%	1.947.392	4%	99%
30-Distrito Fed.	21%	715.499	70%	99%
31-Centro-Oeste	92%	3.593.956	4%	100%
Brasil	68%	112.182.541	18%	97%

Anexo C

Dados da análise

Os dados foram extraídos dos Senso Agropecuários do IBGE, conforme referência bibliográfica.

Tabela 01: Insumos da análise

Unidades 1970	Mão-de-obra	Terra ha	HP	Miscelânea¹
1-Rondônia	20.563	167.828	2.070	1.965
2-Acre	62.081	98.661	765	2.443
3-Amazonas	283.326	396.943	1.435	8.104
4-Roraima	8.277	1.152.208	125	1.359
5-Pará	549.313	2.907.639	38.120	31.869
6-Amapá	10.464	321.968	1.335	1.340
7-Norte	934.024	5.045.247	43.850	47.080
8-Maranhão	1.182.711	4.116.082	7.570	21.845
9-Piauí	518.736	3.988.575	11.250	14.070
10-Ceará	1.021.712	6.403.255	30.595	60.035
11-Rio G. Norte	307.881	2.676.711	24.480	32.208
12-Paraíba	584.656	3.238.458	39.400	39.748
13-Pernambuco	1.128.264	3.858.297	74.005	112.088
14-Alagoas	430.279	1.267.562	55.870	65.874
15-Sergipe	268.782	1.219.682	24.250	21.385
16-Bahia	2.125.809	11.429.049	87.145	86.405
17-Nordeste	7.568.830	38.197.671	354.565	453.659
18-Minas Gerais	1.979.935	33.259.065	482.195	409.706
19-Espírito Santo	299.647	2.523.514	49.690	44.064
20-Rio de Janeiro	259.841	2.369.794	184.400	130.924
21-São Paulo	1.420.040	16.199.308	3.186.260	1.360.415
22-Sudeste	3.959.463	54.351.681	3.902.545	1.945.109
23-Paraná	1.981.471	9.228.316	858.050	547.196
24-Santa Catarina	763.501	3.799.661	181.430	132.662
25-Rio G. do Sul	1.446.813	19.613.159	2.078.010	783.465
26-Sul	4.191.785	32.641.136	3.117.490	1.463.323
27-Mato Grosso	373.039	32.342.052	233.210	78.285
28-Goiás	547.647	25.421.352	303.535	113.323
29-Distrito Federal	7.283	122.871	4.580	6.333
30-Centro-Oeste	927.969	57.886.275	541.325	197.941
31-Brasil	17.582.071	188.122.010	7.959.775	4.107.111

¹ O item Miscelânea é composto pelo valor pelo do óleo Deisel, sementes, defensivos, adubos e corretivos, rações e medicamentos. Todos os valores foram corrigidos para dezembro de 1995 com base no IGP-DI.

Tabela 01: Continuação

Unidades 1975	Mão-de-obra	Terra ha	HP	Miscelânea
1-Rondônia	103.992	418.033	3.475	3.127
2-Acre	77.486	165.291	2.770	2.562
3-Amazonas	415.457	396.918	2.640	16.577
4-Roraima	19.044	1.380.266	1.505	2.524
5-Pará	777.660	3.741.217	77.965	71.395
6-Amapá	19.008	375.084	2.115	4.031
7-Norte	1.412.647	6.476.809	90.470	100.217
8-Maranhão	1.494.705	4.864.790	26.020	25.081
9-Piauí	613.521	4.386.373	23.385	18.907
10-Ceará	999.721	5.742.573	80.620	87.834
11-Rio G. Norte	382.488	2.494.157	69.730	38.994
12-Paraíba	799.632	3.110.311	79.500	55.609
13-Pernambuco	1.137.787	4.279.264	158.275	237.034
14-Alagoas	493.661	1.489.059	159.655	142.367
15-Sergipe	298.307	1.407.705	61.890	29.857
16-Bahia	2.518.925	13.882.723	266.870	193.743
17-Nordeste	8.738.747	41.656.955	925.945	829.426
18-Minas Gerais	2.189.945	35.912.103	1.370.535	1.111.653
19-Espírito Santo	312.062	2.784.561	108.335	105.813
20-Rio de Janeiro	278.564	2.476.283	332.160	236.362
21-São Paulo	1.364.942	16.535.407	5.910.370	2.754.861
22-Sudeste	4.145.513	57.708.354	7.721.400	4.208.689
23-Paraná	2.079.174	10.610.375	3.403.140	1.465.587
24-Santa Catarina	858.734	3.838.462	600.360	488.799
25-Rio G. do Sul	1.893.935	19.702.378	4.877.550	2.136.792
26-Sul	4.831.843	34.151.215	8.881.050	4.091.178
27-Mato Grosso	520.311	33.812.859	1.106.435	387.179
28-Goiás	688.033	31.725.257	882.075	393.147
29-Distrito Federal	8.582	121.829	12.120	14.917
30-Centro-Oeste	1.216.926	65.659.945	2.000.630	795.243
31-Brasil	20.345.676	205.653.278	19.619.495	10.024.752

Tabela 01: Continuação.

Unidades 1980	População	Terra ha	HP	Insumos
1-Rondônia	176.934	1.126.268	35.195	18.453

2-Acre	95.754	340.810	13.645	6.385
3-Amazonas	460.702	727.104	30.540	31.242
4-Roraima	16.903	1.631.155	8.790	6.811
5-Pará	1.016.795	5.426.869	262.180	142.027
6-Amapá	14.523	213.917	4.045	3.583
7-Norte	1.781.611	9.466.123	354.395	208.501
8-Maranhão	1.672.502	6.254.110	167.105	73.207
9-Piauí	790.326	4.676.402	102.690	42.467
10-Ceará	1.069.258	6.943.255	235.850	214.581
11-Rio G. Norte	432.188	2.705.645	185.570	99.344
12-Paraíba	648.607	3.199.737	192.810	120.918
13-Pernambuco	1.218.871	4.076.288	317.240	370.415
14-Alagoas	543.524	1.700.068	249.150	195.223
15-Sergipe	295.055	1.462.795	116.190	50.209
16-Bahia	2.662.835	17.332.021	797.500	341.294
17-Nordeste	9.333.166	48.350.321	2.364.105	1.507.656
18-Minas Gerais	2.284.550	34.382.152	3.091.340	1.620.994
19-Espírito Santo	349.510	2.787.055	297.655	187.818
20-Rio de Janeiro	301.688	2.346.027	425.470	238.569
21-São Paulo	1.376.463	16.241.101	9.123.430	3.321.718
22-Sudeste	4.312.211	55.756.335	12.937.895	5.369.099
23-Paraná	1.807.826	11.605.239	5.593.610	1.799.432
24-Santa Catarina	836.755	4.294.732	1.319.625	833.837
25-Rio G. do Sul	1.747.230	19.984.928	7.759.910	2.289.543
26-Sul	4.391.811	35.884.899	14.673.145	4.922.812
27-Mato Grosso	549.553	39.309.890	2.732.965	852.947
28-Goiás	780.749	34.648.398	1.968.955	650.413
29-Distrito Federal	14.628	187.571	60.060	42.559
30-Centro-Oeste	1.344.930	74.145.859	4.761.980	1.545.919
31-Brasil	21.163.729	223.603.537	35.091.520	13.553.987

Tabela 01: Continuação

Unidades 1985	Mão-de-obra	Terra ha	HP	Miscelânea
1-Rondônia	324.440	1.631.420	69.335	22.461
2-Acre	115.659	394.745	16.915	6.832
3-Amazonas	545.077	762.910	27.270	21.788
4-Roraima	21.736	1.275.043	10.905	4.943
5-Pará	1.210.197	7.675.023	267.870	101.979
6-Amapá	21.449	512.164	6.155	4.665
7-Norte	2.238.558	12.251.305	398.450	162.667
8-Maranhão	1.672.820	6.751.072	204.220	63.058

9-Piauí	818.465	4.625.033	123.515	33.452
10-Ceará	1.271.800	5.869.157	224.735	123.818
11-Rio G. Norte	432.317	2.563.607	168.110	58.220
12-Paraíba	763.963	3.210.761	170.705	76.422
13-Pernambuco	1.307.160	3.907.604	285.640	250.564
14-Alagoas	624.588	1.804.127	235.680	152.378
15-Sergipe	348.069	1.588.593	111.645	46.064
16-Bahia	3.202.485	19.163.983	895.880	367.776
17-Nordeste	10.441.667	49.483.937	2.420.130	1.171.753
18-Minas Gerais	2.660.130	34.264.293	3.626.575	1.449.428
19-Espírito Santo	399.033	2.951.567	413.955	232.101
20-Rio de Janeiro	321.912	2.381.805	447.995	160.752
21-São Paulo	1.357.113	16.451.291	10.433.370	2.519.154
22-Sudeste	4.738.188	56.048.956	14.921.895	4.361.435
23-Paraná	1.855.063	12.062.163	6.882.555	1.574.269
24-Santa Catarina	887.287	4.338.110	1.904.645	748.605
25-Rio G. do Sul	1.747.932	19.555.545	9.101.855	1.575.309
26-Sul	4.490.282	35.955.818	17.889.055	3.898.183
27-Mato Grosso	613.214	42.239.536	3.930.520	1.097.226
28-Goiás	855.832	35.128.636	2.646.235	703.503
29-Distrito Federal	17.178	227.899	91.705	45.531
30-Centro-Oeste	1.486.224	77.596.071	6.668.460	1.846.260
31-Brasil	23.394.919	231.336.087	42.297.990	11.440.298

Tabela 02: Continuação

Unidades 1995	Mão-de-obra	Terra ha	HP	Miscelânea
1-Rondônia	304.523	3.354.377	167.465	48.497
2-Acre	93.586	690.152	24.895	6.774
3-Amazonas	350.439	764.274	25.030	17.604
4-Roraima	34.443	1.675.577	23.725	11.177
5-Pará	883.925	8.264.082	348.755	112.126
6-Amapá	16.660	264.831	9.675	4.470
7-Norte	1.683.576	15.013.293	599.545	200.648
8-Maranhão	1.331.864	6.132.379	241.675	64.967

9-Piauí	666.465	3.074.612	143.265	46.655
10-Ceará	1.170.724	4.000.980	243.030	145.974
11-Rio G. Norte	332.516	1.835.127	191.395	72.854
12-Paraíba	479.987	2.492.808	171.280	60.591
13-Pernambuco	975.288	3.363.807	292.970	232.010
14-Alagoas	432.104	1.709.698	216.975	102.120
15-Sergipe	313.271	1.432.721	143.265	42.841
16-Bahia	2.508.590	18.379.598	1.362.955	368.785
17-Nordeste	8.210.809	42.421.730	3.006.810	1.136.797
18-Minas Gerais	2.000.046	29.520.738	5.635.095	1.553.006
19-Espírito Santo	351.461	2.649.591	496.000	164.782
20-Rio de Janeiro	174.274	1.882.364	411.530	130.914
21-São Paulo	914.954	14.318.422	11.442.195	2.176.088
22-Sudeste	3.440.735	48.371.115	17.984.820	4.024.790
23-Paraná	1.287.632	11.777.821	8.600.255	1.564.950
24-Santa Catarina	718.694	3.909.330	3.011.320	1.146.376
25-Rio G. do Sul	1.377.022	17.315.690	10.217.935	1.682.403
26-Sul	3.383.348	33.002.841	21.829.510	4.393.729
27-Mato Grosso	532.507	47.598.225	5.623.830	1.252.773
28-Goiás	665.878	32.924.933	3.752.175	752.704
29-Distrito Federal	14.037	162.792	114.285	38.956
30-Centro-Oeste	1.212.422	80.685.950	9.490.290	2.044.433
31-Brasil	17.930.890	219.494.929	52.910.975	11.800.397

Tabela 02: Produtos utilizados na análise

Unidades 1970	Pecuária ¹	Agricultura ²
1-Rondônia	1.238	13.485
2-Acre	6.126	36.853
3-Amazonas	18.150	141.440
4-Roraima	8.378	4.056
5-Pará	44.566	246.200
6-Amapá	2.668	6.072
7-Norte	81.127	448.108
8-Maranhão	89.687	296.989

9-Piauí	63.179	72.307
10-Ceará	112.548	223.474
11-Rio G. Norte	37.174	78.979
12-Paraíba	54.270	192.378
13-Pernambuco	101.186	478.775
14-Alagoas	31.235	257.577
15-Sergipe	33.588	107.849
16-Bahia	270.636	876.463
17-Nordeste	793.503	2.584.792
18-Minas Gerais	1.032.672	1.031.963
19-Espírito Santo	105.803	294.386
20-Rio de Janeiro	154.112	298.562
21-São Paulo	1.043.610	2.281.539
22-Sudeste	2.336.197	3.906.450
23-Paraná	489.196	1.342.713
24-Santa Catarina	276.684	724.049
25-Rio G. do Sul	813.114	1.934.182
26-Sul	1.578.995	4.000.945
27-Mato Grosso	353.674	206.973
28-Goiás	407.391	400.616
29-Distrito Federal	3.168	3.862
30-Centro-Oeste	764.232	611.451
31-Brasil	5.554.054	11.551.746

¹ Valor da produção pecuária (produtos do anexo B), com base no valor da produção em 1996.

² Valor da produção agrícola (produtos do anexo B), com base no valor da produção em 1996.

Tabela 02: Continuação

Unidades 1975	Agricultura	Agropecuária
1-Rondônia	46.091	52.443
2-Acre	27.990	37.359
3-Amazonas	156.327	174.811
4-Roraima	4.183	11.140
5-Pará	351.507	421.200
6-Amapá	10.430	14.207
7-Norte	596.529	711.160
8-Maranhão	357.496	471.523

9-Piauí	115.956	192.799
10-Ceará	352.498	500.597
11-Rio G. Norte	117.317	163.314
12-Paraíba	264.158	338.485
13-Pernambuco	581.812	754.212
14-Alagoas	366.117	415.092
15-Sergipe	95.005	142.561
16-Bahia	917.811	1.342.135
17-Nordeste	3.168.171	4.320.720
18-Minas Gerais	986.052	2.887.081
19-Espírito Santo	228.300	412.555
20-Rio de Janeiro	302.167	537.184
21-São Paulo	2.836.882	4.477.625
22-Sudeste	4.353.401	8.314.445
23-Paraná	2.715.386	3.414.131
24-Santa Catarina	751.289	1.194.901
25-Rio G. do Sul	2.444.479	3.479.219
26-Sul	5.911.155	8.088.251
27-Mato Grosso	330.870	838.982
28-Goiás	478.827	1.281.809
29-Distrito Federal	5.423	11.817
30-Centro-Oeste	815.120	2.132.609
31-Brasil	14.844.376	23.567.184

Tabela 02: Continuação

Unidades 1980	Pecuária	Agricultura
1-Rondônia	26.372	67.772
2-Acre	16.803	29.183
3-Amazonas	25.041	175.684
4-Roraima	10.237	9.011
5-Pará	133.657	488.185
6-Amapá	2.979	7.294
7-Norte	215.089	777.128
8-Maranhão	168.284	383.756
9-Piauí	89.351	81.615

10-Ceará	213.335	236.976
11-Rio G. Norte	70.175	117.700
12-Paraíba	107.917	259.999
13-Pernambuco	258.170	639.587
14-Alagoas	64.615	472.352
15-Sergipe	75.897	117.229
16-Bahia	496.334	1.058.821
17-Nordeste	1.544.077	3.368.034
18-Minas Gerais	2.159.206	1.460.098
19-Espírito Santo	205.884	395.373
20-Rio de Janeiro	270.421	296.034
21-São Paulo	1.927.584	3.952.950
22-Sudeste	4.563.095	6.104.455
23-Paraná	974.617	2.592.418
24-Santa Catarina	769.224	956.366
25-Rio G. do Sul	1.400.263	2.679.973
26-Sul	3.144.104	6.228.757
27-Mato Grosso	711.211	653.293
28-Goiás	992.569	645.772
29-Distrito Federal	19.226	11.666
30-Centro-Oeste	1.723.006	1.310.731
31-Brasil	11.189.372	17.789.106

Tabela 02: Continuação

Unidades 1985	Pecuária	Agricultura
1-Rondônia	48.291	153.108
2-Acre	20.738	22.975
3-Amazonas	29.042	177.563
4-Roraima	13.493	9.801
5-Pará	207.189	471.640
6-Amapá	2.704	6.616
7-Norte	321.457	841.704
8-Maranhão	202.748	346.539
9-Piauí	96.394	141.324

10-Ceará	267.421	358.242
11-Rio G. Norte	75.919	164.680
12-Paraíba	119.119	421.797
13-Pernambuco	275.845	880.881
14-Alagoas	69.404	651.853
15-Sergipe	71.223	146.970
16-Bahia	556.195	1.386.616
17-Nordeste	1.734.269	4.498.903
18-Minas Gerais	2.275.077	2.430.333
19-Espírito Santo	209.205	658.222
20-Rio de Janeiro	252.753	351.888
21-São Paulo	1.899.179	5.598.374
22-Sudeste	4.636.214	9.038.817
23-Paraná	1.160.393	3.262.370
24-Santa Catarina	1.051.316	1.107.830
25-Rio G. do Sul	1.478.814	3.215.826
26-Sul	3.690.523	7.586.027
27-Mato Grosso	967.931	1.176.262
28-Goiás	1.301.968	927.061
29-Distrito Federal	35.068	24.994
30-Centro-Oeste	2.304.967	2.128.317
31-Brasil	12.687.429	24.093.768

Tabela 02: Continuação

Unidades 1996	Pecuária	Agricultura
1-Rondônia	224.856	140.294
2-Acre	37.841	35.944
3-Amazonas	34.471	169.689
4-Roraima	17.675	17.144
5-Pará	367.602	364.722
6-Amapá	2.792	5.761
7-Norte	685.237	733.553
8-Maranhão	267.489	302.618
9-Piauí	127.991	137.761

10-Ceará	327.754	351.769
11-Rio G. Norte	101.295	159.764
12-Paraíba	134.721	253.581
13-Pernambuco	378.219	621.832
14-Alagoas	110.012	553.273
15-Sergipe	102.378	128.420
16-Bahia	589.020	1.013.240
17-Nordeste	2.138.879	3.522.259
18-Minas Gerais	2.778.227	2.630.579
19-Espírito Santo	214.809	779.723
20-Rio de Janeiro	267.016	213.401
21-São Paulo	2.354.876	5.425.733
22-Sudeste	5.614.929	9.049.436
23-Paraná	1.882.257	3.358.207
24-Santa Catarina	1.613.787	1.198.553
25-Rio G. do Sul	2.269.690	3.161.998
26-Sul	5.765.734	7.718.757
27-Mato Grosso	2.240.903	2.105.069
28-Goiás	1.752.643	1.224.947
29-Distrito Federal	64.414	35.811
30-Centro-Oeste	4.057.960	3.365.826
31-Brasil	18.262.738	24.389.831